

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

# ХАБАРШЫ

Экология сериясы

---

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК

Серия экологическая

---

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# EURASIAN JOURNAL

of Ecology

---

№2 (79)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2024



# ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №2 (79) маусым



04. 05. 2017 ж. Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникация министрлігінде тіркелген

Күәлік № 16501-Ж

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады  
(наурыз, маусым, қыркүйек, желтоқсан)

## ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР

Омирбекова А.А., PhD, и.о. доцента (Қазақстан)  
e-mail: anel.omirbekova@kaznu.edu.kz

## РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі,  
(ғылыми редактор) (Қазақстан)  
Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор (ғылыми редактордың  
орынбасары) (Қазақстан)  
Қурманбаева М.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Жубанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Кенжебаева С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Атабаева С.Дж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Садырова Г.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Тажимаева Т.Л., б.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

Бияшева З.М., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)  
Мамилев Н.Ш., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)  
Инелова З.А., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)  
Кушнаренко С.В., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)  
Дигель И., PhD докторы, профессор (Германия)  
Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)  
Рахман Е., PhD, профессор (Қытай)  
Тамо Тацуня, PhD, профессор (Жапония)  
Аллахвердиев Сулейман, б.ғ.д., профессор (Ресей)  
Каримов Б., б.ғ.д., профессор (Өзбекстан)

## ТЕХНИКАЛЫҚ РЕДАКТОР

Какимова А.Б., PhD, оқытушы (Қазақстан)

Экология сериясы қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері,  
қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау, биологиялық  
алуантүрлілікті сақтаудың өзекті мәселелері бағыттарын қамтиды.



## Жоба менеджері

Гульмира Шаккозова

Телефон: +7 701 724 2911

e-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Пішімі 60x84/8. Көлемі 12,5 б.т. Тапсырыс № 10593.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
«Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

1-бөлім  
**ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ  
ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА  
АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

---

Section 1  
**ENVIRONMENTAL IMPACT  
OF ANTHROPOGENIC FACTORS  
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

---

Раздел 1  
**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ  
И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

А.Д. Михайличенко 

ИП «Экоэкспертсервис», г. Костанай, Казахстан  
e-mail: ecolinesport@list.ru

## АЛГОРИТМ УСТАНОВЛЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

В начале 2021 год вступил в силу новый экологический кодекс РК, направленный на поэтапное улучшение качества окружающей среды. Одним из требований нормативного документа является установление целевых показателей качества окружающей среды каждым регионом. В Костанайской области одной из первых в республике провели работу по установлению целевых показателей качества окружающей среды (далее «ЦПКОС») по новым Правилам, вступившим в силу в середине 2021 года. Правила по разработке ЦПКОС описывают только требования, к каким компонентам окружающей среды должны быть установлены, что должно следовать после установления ЦПКОС (имеются в виду природоохранные мероприятия), но алгоритм и источник информации в правилах не обозначены. Данная работа была проведена в Костанайской области в 2023 году, и в данной статье описываются не только полученные результаты, но и этапность работ, источники получения информации и полученные выводы в виде предложенных ЦПКОС. В статье описывается алгоритм проведенной работы по установлению целевых показателей качества для Костанайской области.

**Ключевые слова:** окружающая среда, экология, ТБО, отходы, парниковые газы, ПДК, атмосферный воздух, водные ресурсы, деградация и опустынивание земель, ЦПКОС.

A.D. Mikhailichenko

IE "Ecoexpertservice", Kostanay, Kazakhstan  
e-mail: ecolinesport@list.ru

### An algorithm for setting environmental quality targets on the example of Kostanay region

At the beginning of 2021, the new Environmental Code of the Republic of Kazakhstan came into force, aimed at gradually improving the quality of the environment. One of the requirements of the regulatory document is the establishment of environmental quality targets by each region. Kostanay region was one of the first in the republic to establish environmental quality targets under the new Rules that came into force in the middle of 2021. The rules for the quality targets development describe only the requirements for which components of the environment should be established, what should follow after setting environmental quality targets (meaning environmental protection measures), but the algorithm and sources of the information are not indicated in the rules. This work was carried out in Kostanay region in 2023, and this article describes not only the results obtained, but also the stages of the work, sources of information and conclusions obtained in the form of proposed quality indicators. The article describes the algorithm of the work carried out to establish quality targets for the Kostanay region.

**Key words:** environment, ecology, solid waste, greenhouse gases, maximum permissible concentrations, atmospheric air, water resources, land degradation and desertification.

А.Д. Михайличенко

ЖК «Экоэкспертсервис», Қостанай қ., Қазақстан  
e-mail: ecolinesport@list.ru

### Қостанай облысының мысалында қоршаған орта сапасының нысаналы көрсеткіштерін белгілеу алгоритмі

2021 жылдың басында қоршаған ортаның сапасын кезең-кезеңімен жақсартуға бағытталған ҚР жаңа экологиялық кодексі күшіне енді. Нормативтік құжаттың талаптарының бірі әр өңірдің қоршаған орта сапасының нысаналы көрсеткіштерін белгілеу болып табылады. Қостанай облысында республикада алғашқылардың бірі болып 2021 жылдың ортасында күшіне енген жаңа ережелер бойынша қоршаған орта сапасының нысаналы көрсеткіштерін белгілеу бойынша жұмыс жүргізілді. САПАНЫҢ нысаналы көрсеткіштерін әзірлеу жөніндегі қағидалар қоршаған ортаның қандай компоненттеріне қойылатын талаптарды ғана сипаттайды, олар қоршаған орта сапасының нысаналы көрсеткіштері белгіленгеннен кейін не ұстануға тиіс (табиғатты қорғау іс-шараларын

ескере отырып), бірақ Қағидаларда алгоритм мен ақпарат көзі белгіленбейді. Бұл жұмыс Қостанай облысында 2023 жылы жүргізілді және осы мақалада алынған нәтижелер ғана емес, сонымен қатар жұмыстың кезеңділігі, ақпарат алу көздері және ұсынылған сапа көрсеткіштері түрінде алынған қорытындылар сипатталған. Мақалада Қостанай облысы үшін САПАНЫҢ нысаналы көрсеткіштерін белгілеу бойынша жүргізілген жұмыс алгоритмі сипатталған.

**Түйін сөздер:** қоршаған орта, экология, қатты тұрмыстық қалдықтар, қалдықтар, парниктік газдар, шекті рұқсат етілген концентрациялар, атмосфералық ауа, су ресурстары, жердің деградациясы және шөлейттенуі.

## Введение

Каждая развитая и развивающаяся страна в мире стремится к экологической безопасности и улучшению основных показателей. К таким компонентам окружающей среды относятся атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, земельные ресурсы и почвы, лесные ресурсы. Качественное состояние компонентов окружающей среды влияет на здоровое состояние человека и животного мира, способствует благоприятному проживанию на Земле. Целевые показатели качества окружающей среды представляют собой количественные и качественные показатели окружающей среды и ее компоненты, которые должны быть достигнуты в случае реализации ряда природоохранных мероприятий в заданном периоде времени. Положительные или негативные изменения окружающей среды отражают показатели качества или индикаторы окружающей среды.

Целевые показатели качества окружающей среды устанавливаются на основе изученных показателей качества компонентов окружающей среды лабораторным, аналитическим путями, путем изучения имеющихся данных о текущей ситуации в области окружающей среды. На основе собранных данных определяется средний показатель или максимально плохой показатель окружающей среды каждого компонента и прогнозируются желаемые показатели окружающей среды, достижение которых будет возможно, если город, район, область, а также природопользователи и население предпримут ряд мер по сокращению негативных явлений окружающей среды.

Предполагается, что установление целевых показателей качества окружающей среды поможет разработать эффективные мероприятия по улучшению качества окружающей среды, управления и сокращения отходов за определенный период времени, а в будущем мониторинг параметров качества окружающей среды позволит делать выводы об ухудшении или улучшении состояния окружающей среды и эффективности проводимых мер. Результаты мониторинга

позволят определять дальнейший пакет мер и план действий по улучшению качественных характеристик окружающей среды на дальнейший период.

В каждой стране по определенным критериям или индикаторам судят о текущей ситуации и о том, к каким показателям нужно стремиться. Каждая страна ставит себе цели, описанные в стратегических документах о том, каких показателей необходимо достичь. Например, в Узбекистане концепцией охраны окружающей среды до 2030 года утверждены 24 целевых показателя. В целом запланировано сокращение выбросов загрязняющих веществ на 10%, увеличение территории лесов на 40% и переработки твердых бытовых отходов до 65%. В Европе определено 104 целевых показателя, которые должны быть достигнуты к 2050 году, среди них 51 задача по изменению климата, 27 задач по сокращению химического загрязнения и 23 задачи, связанных с сокращением отходов [1]. Европа определила для себя приоритетные отрасли экономики, которые должны соблюдать природоохранное законодательство. Среди них отрасли энергетики, промышленности, транспорта, сельского, лесного, рыбного хозяйств. Среди целевых индикаторов страны Европы выделяют:

- энергетику,
- эмиссии парниковых газов и сокращение веществ, разрушающих озоновый слой,
- качество атмосферного воздуха,
- эмиссии парниковых газов и выбросы в атмосферу от транспорта
- шум,
- отходы,
- устойчивое потребление и производство,
- водные и морские ресурсы,
- промышленные и химические выбросы,
- биоразнообразие и использование земельных ресурсов [2].

В России также устанавливают целевые индикаторы в Стратегиях социально-экономического развития отдельно взятого региона. Например, Стратегией социально-экономического развития Челябинской области на период до 2035 года установлены 16 целевых задач, называемых

«Основные направления рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности Челябинской области». Среди них указаны конкретные показатели к атмосферному воздуху, водоемам, питьевой воде, очистным сооружениям канализации, объемам захоронения отходов, увеличению доли лесистости и особо-охраняемых природных территорий. Одной из стратегических целей является обеспечение

экологически ориентированного роста экономики, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в Челябинской области. В таблице 1 описан обзор целевых индикаторов некоторых стран.

Таблица 1 – Обзор целевых индикаторов некоторых стран

| Компоненты окружающей среды | Узбекистан   | Китай  | Страны Европы   | Челябинская область, Россия   |
|-----------------------------|--|--|---|---|
| Атмосферный воздух          | - доведение площади лесопосадок на узбекской части высохшего дна Аральского моря с 28% (0,9 млн га) до 60% (2 млн га);<br>- снижение выбросов загрязняющих веществ на 10% (с 2,492 млн до 2,243 млн тонн);<br>- перевод 80% (около 6500) единиц общественного транспорта на газобаллонное топливо и электротягу [3]. | - уровень взвешенных частиц PM <sub>5</sub> должен быть на уровне не более 28 мг/м <sup>3</sup> к 2027 году и не более 25 мг/м <sup>3</sup> к 2035 году, а уровень PM <sub>2,5</sub> не должен превышать 5 мг/м <sup>3</sup> [5]. К примеру данный показатель в Казахстане не должен превышать 0,16 мг/м <sup>3</sup> [6].   | В среднем для 27 стран установлены целевые показатели по снижению SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , неметановые летучие органические соединения, NH <sub>3</sub> , PM <sub>2,5</sub> к 2030 году: SO <sub>2</sub> – на 79%, NO <sub>x</sub> – на 63%, неметановые летучие органические соединения – на 40%, NH <sub>3</sub> – на 19% и PM <sub>2,5</sub> – на 49% [10]. | Постепенное улучшение качества атмосферного воздуха с высокого уровня загрязнения до повышенного в 2024 году и низкого в 2035 году в гг. Челябинск, Магнитогорск, Златоуст.<br>- на 22% снизить к 2035 г. от уровня 2019 г. выбросы загрязняющих веществ в Челябинске и Магнитогорске [18]. |
| Водные ресурсы              | - сокращение потерь водных ресурсов в сельском хозяйстве на 10%;<br>- сокращение водопотребления в сельском хозяйстве (на удельный гектар) на 15%;<br>- повышение эффективности очистки сточных вод до 80% [3].  | 90% поверхности воды должны достичь «хорошего» уровня к 2027 году [5].   |   | - улучшить класс качества воды трех водоемов (реки Ай и Миасс, Аргазинское водохранилище) с очень загрязненных до загрязненных<br>- ввод в эксплуатацию 8 очистных сооружений канализации [18].   |
| Доля лесистости территории  | - увеличение территории, покрытой лесами, с 3,2 млн до 4,5 млн га (с 7% до 10%) [3].   | - посадка 36 млн га нового леса к 2050 году, что составит 24% территории страны [7].   |   | - Сохранение лесистости территории на уровне 29,4% [18].  |
| Управление отходами         | - доведение охвата населения услугами по сбору и вывозу твердых бытовых отходов с 48% (16 млн человек) до 100%;<br>- увеличение объема переработки образующихся твердых бытовых отходов с 18% (1,3 млн тонн) до 65% (4,6 млн тонн) [3].  | - к 2027 году необходимо насчитывать 60% городов, свободных от отходов (“Zero-Waste Cities”) and 40% красивых городов к 2027 году.<br>- к 2025 г. использование пластиковых изделий предполагается сократить на 30 %. К 2026 г. страна полностью откажется от пластиковой упаковки и перейдет на новые полимерные материалы, которые можно легко перерабатывать [7]. | - увеличить повторное использование или переработку коммунальных отходов минимум на 60% к 2030 году [11];<br>- к 2030 году перерабатывать до 55% упаковки, до 30% пластика, до 70% стекла, до 85% бумаги и картона, до 30% дерева, до 80% черного металла, до 60% алюминия [12].<br>- к 2035 году сократить захоронение отходов на полигоне до 10% [13].                  | - сокращение доли полигонного захоронения коммунальных отходов с 94% до 70% к 2035 году [18].   |

Продолжение таблицы

| Компоненты окружающей среды | Узбекистан  | Китай  | Страны Европы   | Челябинская область, Россия   |
|-----------------------------|---|--|---|---|
| Сокращение парниковых газов | - снижение удельных выбросов парниковых газов на единицу ВВП на 35% к 2030 году от уровня 2010 года вместо 10%,<br>- Довести долю возобновляемых источников энергии к 2030-му году до 25% от общего объема генерации электрической энергии [4]. | - к 2030 г. выбросы углекислого газа в расчете на единицу ВВП должны сократиться более чем на 65 % по сравнению с показателем 2005 г. [7],<br>- достижение доли электротранспорта к 2027 году (45%) [8],<br>- к 2050 г. увеличить долю ВИЭ до 60% [8]<br>- сократить выброс парниковых газов минимум на 50% к 2050 году [9]. | - сократить эмиссии парниковых газов на 40% по сравнению с 1990 годом и на 80-95% к 2050 году [14]<br>- Сократить эмиссии CO <sub>2</sub> от транспортного сектора на 20% от уровня 2008 году к 2030 году [15].<br>- На 30% сократить потребление энергии зданий к 2030 году [16].<br>- Минимум на 27% увеличить долю возобновляемой энергии от всего объема возобновляемой энергии к 2030 году [17]. | - сокращение эмиссий парниковых газов на 24% к 2030 году по сравнению с 2019 г. [19]. |

В 2003 году на конференции Министров «Окружающая среда для Европы», состоявшейся в Киеве, были одобрены «Руководящие принципы по подготовке государственных докладов о состоянии и охране окружающей среды», подготовленные экспер-

тами Евразийской экономической Комиссии ООН. Были выбраны экологические индикаторы в приоритетных сферах окружающей среды, экологической политики и секторах экономики и показатели, их характеризующие. Среди них:

| Сфера окружающей среды или область политики | Показатель  |
|---|---|
| Атмосферный воздух                          | Выбросы отдельных тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий) (всего и по секторам)                                  |
| Атмосферный воздух – загрязнение            | Количество дней с превышением целевых показателей по SO <sub>2</sub> в городах, где ведутся регулярные наблюдения |
| Изменение климата                           | Выбросы по основным секторам (энергетика, транспорт, промышленность, сельское хозяйство, отходы)                  |
| Вода  | Доля повторно-оборотного использования воды   |
| Земельные ресурсы и почвы                   | Доля сельскохозяйственных земель, подверженных ветровой и водной эрозии   |
| Биоразнообразие                             | Изменение численности различных видов животных (плотоядные, хищники, ... промысловые виды)                        |
| Отходы                                      | Вторичное использование отходов   |
| Отходы                                      | Производственные мощности по переработке отходов  |
| Энергетика                                  | Производство электроэнергии из возобновляемых источников энергии  |
| Транспорт                                   | Конечное потребление энергии на транспорте по видам   |

Настоящий документ был принят как рекомендации странам Восточной Европы, Кавказа и стран Центральной Азии при подготовке информационных материалов о состоянии окружающей среды [7].

Наша страна не исключение. Необходимость установления каждой областью целевого показа-

теля качества окружающей среды на перспективу законодательно закреплена в Экологическом кодексе. Согласно статьи 37 Экологического кодекса РК под целевыми показателями качества окружающей среды понимается совокупность количественных и качественных характеристик состояния отдельных компонентов окружающей

среды и иных показателей, характеризующих уровень обеспечения мер по охране окружающей среды и эффективному управлению отходами, которые должны быть достигнуты за определенный период времени [20].

Впервые ЦПКОС для Костанайской области были установлены в 2019 году сроком до 2021 года только для водных ресурсов и атмосферного воздуха пяти городов области. В 2023 году были проведены научные исследования качества окружающей среды Костанайской области ТОО «Гэспол» и командой его специалистов (экологов, химиков, в том числе и мною). Перечень изучаемых компонентов окружающей среды и населенных пунктов был значительно расширен по сравнению с предыдущим Экологическим кодексом, и проектом исследований было предложено установить ЦПКОС для городов (Костанай, Рудный, Лисаковск, Аркалык) и 16 районов Костанайской области (Алтынсаринский, Амангельдинский, Аулиекольский, Денисовский, Жангельдинский, Житикаринский, Камыстинский, Карабалыкский, Карасуский, Костанайский, Мендыкаринский, Наурзумский, Сарыкольский, Узункольский, Федоровский районы, район Беимбета Майлина) сроком на пять лет (2024 – 2028 гг.).

Для Костанайской области были определены минимальные индикаторы, для которых установлены ЦПКОС, среди которых:

- 1) качество атмосферного воздуха;
- 2) качество поверхностных и подземных вод;
- 3) качество земель и почв;
- 4) совокупные площади лесов и зеленых насаждений с учетом условий климата и почв;
- 5) сокращение деградации и опустынивания земель;
- 6) совокупный объем выбросов по видам загрязняющих веществ;
- 7) совокупный объем сбросов;
- 8) по видам коммунальных отходов – доля их раздельного сбора, подготовки к повторному использованию, переработки, утилизации и удаления (уничтожения и (или) захоронения);
- 9) совокупные объемы сокращения выбросов парниковых газов [21].

### Материалы и методы

Для проведения работ была привлечена аккредитованная лаборатория, а также были изучены статданные, доклады, отчеты природопользователей и Департамента экологии, информация, предоставленная компетентными органами. Была разработана программа раз-

работки ЦПКОС, тактика поиска информации, объем полевых работ. Установление ЦПКОС шло одновременно двумя путями: во первых была изучена статистическая информация и сведения уполномоченных органов в области охраны окружающей среды об оценке экологической ситуации в области и после определения основных загрязняющих веществ, попадающих в атмосферный воздух, водные ресурсы и почвы, была привлечена аккредитованная лаборатория, оснащенная приборами для измерений концентраций загрязняющих веществ в компонентах окружающей среды.

### Результаты и обсуждение

Поэтапно описывается алгоритм установления целевых показателей на примере Костанайской области [22].

#### *Порядок установления каждого целевого показателя в области охраны окружающей среды*

Целевые показатели: «качество атмосферного воздуха, качество поверхностных и подземных вод, качество земель и почв». Первым этапом является необходимость определить концентрации каких загрязняющих веществ необходимо определить в атмосферном воздухе, почве и водных ресурсах. Задачей является определение загрязняющих веществ антропогенного воздействия.

В Костанайской области развиты горнодобывающая, обрабатывающая, пищевая, легкая промышленности, а также машиностроение и металлургия. Основной выброс загрязняющих веществ осуществляется горнодобывающим, энергетическим секторами, промышленной отраслью, а также автотранспортом. За качеством атмосферного воздуха на постоянной основе следит РГП на ПХВ «Казгидромет» [23]. В количественном выражении объемы загрязнения подсчитывает Департамент статистики Костанайской области на основании ежегодных отчетов 2-ТП-воздух природопользователей, а также Департамент экологии на основании ежеквартальной экологической отчетности крупных промышленных предприятий. Областной департамент статистики ведет учет порядка 100 единиц наименований загрязняющих веществ, выбрасываемых природопользователями, среди которых основную долю занимают 4 вещества от процессов сжигания топлива котельными: сернистый ангидрид, окись углерода, окислы азота, пыль. Анализ статистики выбросов в атмосферу в результате антропогенной деятель-



ности показал, что в структуре основных видов загрязняющих веществ находятся: сернистый ангидрид (диоксид серы) – 30,7%, оксид углерода – 11,7%, окислы азота – 5,7%, твердые вещества (пыль, взвешенные вещества) – 47,4%, а основными источниками загрязнения воздушного бассейна области являются предприятия теплоэнергетики, промышленность и автотранспорт, в результате работы которых выбрасываются вышеперечисленные вещества [24]. Поэтому при проведении лабораторных работ по изучению текущего состояния атмосферного воздуха населенных пунктов области были исследованы концентрации данных загрязняющих веществ.

Департамент экологии и Казгидромет также отслеживают концентрацию основных четырех показателей. Поэтому для лаборатории было выдано задание измерить концентрации данных загрязняющих веществ во всех городах и районных центрах области в отопительный период и летнее время, выявить среднее и на основании этих показателей установить целевые показатели в динамике с 2024 по 2028 гг.

Конкретно в правилах установления целевых показателей качества окружающей среды нет алгоритма их установления применительно к атмосферному воздуху, откуда брать информацию. Поэтому моей рекомендацией будет для начала изучить статистические данные по объемам загрязняющих веществ в населенном пункте, определения доли загрязняющих веществ, которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха, и на основании этих сведений провести лабораторные замеры концентраций выявленных загрязнителей.

В Костанайской области анализ состояния окружающей среды показал влияние на ее качество промышленности, автотранспорта. Это было подтверждено лабораторными исследованиями, сведениями органов статистики и компетентных органов. Состояние воздушного бассейна области в целом удовлетворительное, лабораторными замерами не обнаружено превышений основных загрязняющих веществ, которые выбрасываются ТЭЦ, автотранспортом, промышленными предприятиями, беспокойство вызвали только превышения взвешенных веществ почти во всех населенных пунктах, выбрасываемых автотранспортом. Казгидромет фиксирует высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха областного центра. По данным наблюдений ухудшился воздух и г.Лисаковск, так как там наблюдается повышенный уровень загрязнения. Объем выбросов загрязняющих веществ в целом по области не снижается ниже 120 тыс. тонн, с 2016 года наблюдается рост промышленных выбросов с 44 тыс. тонн до 83 тыс. тонн в 2023 году. Более половины выбросов приходится на горнодобывающую отрасль. Основной объем выбросов приходится на г.Костанай и г.Рудный. Основных загрязняющих вещества – 4, это окислы азота, серы, углерод и пыль. Именно их концентрации были исследованы в том числе и лабораторным путем. Также вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит автотранспорт, его количество, а значит и потребление топлива растут. В перспективе влияние промышленности и автотранспорта сохранится, поэтому целевые показатели по атмосферному воздуху были установлены на 5 лет [25].

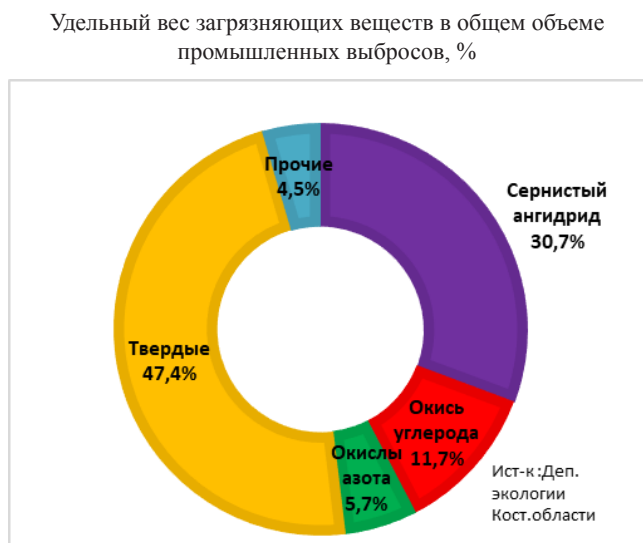
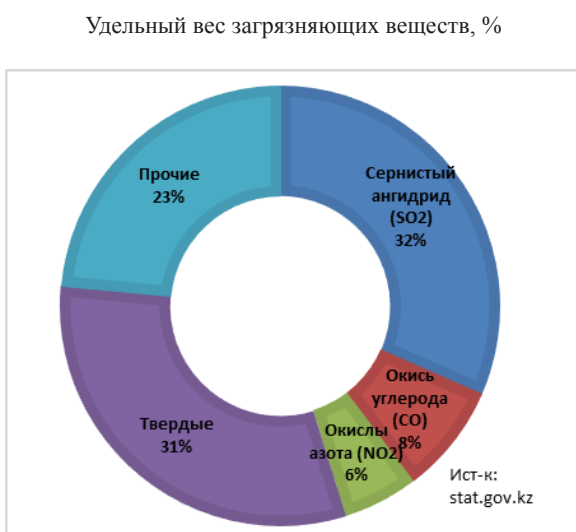


Рисунок 1 – Загрязняющие вещества в составе промышленных выбросов

Вторым этапом необходимо определить спектр лабораторных работ по определению качества водных ресурсов и почв. Основным фактором при выборе загрязняющих веществ должны быть их антропогенный источник и возможность их сокращения природоохранными мероприятиями. Например, в Костанайской области основными источниками загрязнения водных ресурсов являются стоки станций биологической очистки, септики, дворовые ямы, навозохранилища птицефабрики, дворовые хозяйства домашнего скота и птиц и т.д. Поэтому для исследований и были выбраны замеры концентраций аммония солевого и уровня химического потребления кислорода, имеющих антропогенный характер загрязнения, который свидетельствует о степени загрязнения природных вод. Концентрации аммония солевого при резком увеличении органики в воде увеличиваются, а уровень ХПК уменьшается. Поэтому рекомендуем включать данные показатели в спектр лабораторных работ, а затем сравнивать полученные значения с ПДК.

В Костанайской области наблюдения за качеством поверхностных вод с октября 2022 года по май 2023 год проводились на 11 водных объектах (р. Тобыл, р. Аят, р. Шортанды, р. Тогызак, р. Жалдама, р. Ашибай, р. Торгай, водохранилища Шортанды, Амангельды, Каратомар и Жогаргы Тобыл). Специалисты лаборатории определили полный химический состав водных ресурсов, в том числе концентрации тяжелых металлов и антропогенных загрязнителей. В воде обнаружены тяжелые металлы, такое загрязнение считается природным, и повлиять на качество вод невозможно. Лабораторными исследованиями загрязнений антропогенного характера не обнаружено. В Костанайской области производится 3 санкционированных сброса в поверхностные водоемы. Сброс загрязняющих веществ за последние 10 лет сократился на 43%, объемы сбросов сточных вод – на 18%.

Несмотря на отсутствие прямого сброса сточных вод от промышленных предприятий на территории Костанайской области наблюдается загрязнение водных объектов как тяжелыми металлами, так и органическими загрязнителями. В пределах русел рек Тобол, Аят, Шортанды, Тогызак расположены земли, подверженные длительному антропогенному воздействию, земли сельхоз назначения, земли населенных пунктов, в том числе и трех городов, земли промышленности включающие в себя горно-обогатительные комплексы, такие как АО «ССПО», ФАО

«Алюминий Казахстана КБРУ», Лисаковский филиал ТОО «Оркен», ГРК «Тохтар», АО «Варваринское» агропромышленные и животноводческие комплексы, птицефабрики, станции биологической очистки. Все вышеперечисленные объекты вносят существенный вклад в общее загрязнение водного объекта.

Были выявлены превышения тяжелых металлов (никель, марганец, медь, цинк, свинец), носящие природный фоновый характер, их невозможно сократить природоохранными мероприятиями. В качестве ЦПКОС было предложено установить значения ПДК таких загрязняющих веществ, как ХПК, аммония-иона на уровне не более 1 ПДК. Эти показатели при мониторинге можно отследить и лабораторно замерить, по результатам периодических наблюдений можно сделать выводы об изменениях качества поверхностных вод и реагировать на эти изменения, что будет соответствовать требованиям п.5 Главы 1 Правил разработки ЦПКОС №257 от 19.07.2021 г. в части контролируемости и проверяемости.

Концентрации предложенных загрязняющих веществ не должны превышать значений для стандартов качества вод для водоемов 1,2,3 класса качества, используемых для рыбохозяйственного назначения согласно Приказа Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РК от 9.11.2016 года № 151 «Об утверждении единой системы классификации качества воды в водных объектах» или других документах, действующих на момент мониторинга. В случае превышения данных концентраций считать загрязнением водных ресурсов, требующим выполнения комплекса природоохранных мер [26].

В почве населенных пунктов было принято решение определить уровень загрязнения нефтепродуктами, источниками которого является автотранспорт. Не стоит искать в почве свинец, если рядом нет свинцового завода, а уменьшить концентрацию свинца в почве какими-то мероприятиями невозможно, и тогда достижение целевого показателя: сокращение свинца (если это не локальное загрязнение) невозможно.

В Костанайской области в почве искали только концентрации нефтепродуктов, источниками которых является автотранспорт. При проведении лабораторных работ была исследована почва всех городов и районов. Обнаружены незначительные превышения концентраций нефтепродуктов относительно фона (до 0,026 мг/г), что является следствием загрязнения почв авто-

транспортом. Данный компонент взят в качестве целевого и его концентрация также будет отслеживаться вплоть до 2028 года. В рамках работы по установлению целевых в Костанайской области была исследована почва населенных пунктов на наличие нефтепродуктов, которые попадают в почву и оседают в ней из-за транспорта. Были обнаружены незначительные концентрации, уровень которых был сравнен с уровнем нефтепродуктов в почве, содержащийся вдали от основных автотрасс (так называемый фон) вне антропогенного влияния. Согласно п. 53 Правил разработки и пересмотра экологических нормативов качества, утвержденных приказом и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 27.07.2021 года № 270 «под фоновым уровнем подразумевают уровень содержания веществ в почве, который соответствует условиям, исключая дополнительное попадание данного вещества в почву. Зависимость естественного содержания химических соединений от типа почв, климата, рельефа местности, вида растительности и других факторов в сочетании с масштабностью антропогенного влияния на почвенный покров во многих случаях приводит к невозможности оценки природного фонового уровня тех или иных загрязнителей. В этой связи за фоновый уровень принимается сумма естественного содержания в почве определяемого ингредиента и его техногенных добавок, которые являются следствием глобального переноса загрязнений от источников выбросов в почву». Концентрации исследуемых образцов почв в 2022-2023 гг. выше фоновых. В связи с отсутствием установленного ПДК нефтепродукта в почве в качестве целевых показателей качества индикатора «качество земель и почв» было предложено установить среднюю концентрацию нефтепродуктов в почве мониторинговых точек, которая будет выше, чем в фоновой точке, не более чем на 0,01 мг/г. Данное решение допускается п. 53 вышеуказанных правил «в случае отсутствия установленных экологических нормативов качества для отдельных видов токсикантов проводится сравнение найденных уровней загрязнения с естественным фоновым уровнем, кларком (средним содержанием химических элементов в земной коре)». В случае если при мониторинге в соответствующий год будут обнаружены концентрации нефтепродуктов в почве населенных пунктов в количестве фоновое загрязнение+0,01 мг/г, этот показатель будет свидетельствовать о снижении загрязнений в почве, так как он будет меньше, чем фактические концентрации нефте-

продукта, обнаруженные в 2022-2023 гг.

**Целевой показатель «совокупные площади лесов и зеленых насаждений с учетом условий климата и почв».** В Костанайской области была проанализирована информация о площади лесных насаждений, предоставленная территориальной инспекцией лесного хозяйства. На сегодняшний день доля лесного фонда, находящаяся в ведении акимата Костанайской области, составляет 2,3% от всей территории Костанайской области, а покрытая лесом часть составляет всего 1,1% от всей территории области (19,6 млн га). Ежегодно площадь лесов сокращается из-за пожаров, незаконных рубок, эти показатели спрогнозировать невозможно. Проанализировав пятилетний период объемов посадки и потери лесов, предоставленные Костанайской областной территориальной инспекцией лесного хозяйства и животного мира, было подсчитано, что государственными лесовладельцами и долгосрочными лесопользователями было высажено 7286,5 га лесов, однако в результате пожаров погибло 50,059 тыс. га леса. На конец 2022 года площадь территории области, покрытой лесом, составила 206 247 тыс. га. Пятилетний период установления ЦПКОС – очень маленький срок для увеличения доли леса и объемов озеленения с учетом пожара в Аулиекольском районе, поэтому в качестве целевых показателей было предложено сохранить уже имеющиеся лесные массивы области и установить текущий показатель лесистости леса на уровне 1,1% и продолжать проводить лесовосстановительные, противопожарные мероприятия, мероприятия по увеличению питомников и т.д.

Для установления целевого показателя «**Сокращение деградации и опустынивания земель**» необходимо проанализировать, сколько земель уже нарушено в результате хозяйственной деятельности предприятий и природного влияния (пустыни, засушливые территории, непригодные для ведения сельского хозяйства, проживания, промышленности и т.д.). Обычно данную статистику ведут Департаменты экологии и Территориальные инспекции земельных ресурсов. Далее следует изучить прогнозные объемы площади рекультивации или восстановления нарушенных земель. Данную информацию можно запросить у местных исполнительных органов в области охраны окружающей среды (Департаменты экологии и управления природных ресурсов). В Костанайской области по проектам рекультивации нарушенных земель крупных промышленных предприятий, прошед-

ших государственную экологическую экспертизу, были подсчитаны объемы земель, которые подвергнутся восстановлению и возврату в государственную собственность. Удалось спрогнозировать данные сведения в период с 2024 по 2027 годы. Согласно предоставленным данным прогноз рекультивируемых нарушенных земель составит 936,5 га. Дополнительно можно спрогнозировать, что в 2028 году предприятия также рекультивируют не менее 194,2 га, и общий прогноз объемов рекультивации нарушенных земель может составить 1130,7 га.

**Целевой показатель «ежегодный объем рекультивации земель»** входит в индикатор, для которых устанавливается ЦПКОС, направленный на сокращение деградации и опустынивания земель. В Костанайской области деградации (нарушению) подвергаются земли, предоставленные горнодобывающим компаниям для добычи ископаемых. На больших территориях происходит отчуждение земель для несельскохозяйственных целей: под карьеры, отвалы, хвостохранилища, накопители рудничных и хозяйственно-бытовых вод. Отработанные земли недропользователь обязан рекультивировать. Площадь рекультивированных земель за последние 10 лет составила 6118 га.

**Целевой показатель «совокупный объем выбросов».** Для установления этого показателя необходимо посчитать объем выданных лимитов на выбросы загрязняющих веществ Комитетом экологического регулирования и контроля, Департаментами экологии и Управлением природных ресурсов на момент установления целевых показателей и на период установления целевых спрогнозировать его поэтапное снижение. При этом необходимо отметить, что порог снижения должен быть реальным и допустимым. Не стоит устанавливать недостижимые показатели снижения с большим порогом снижения, это может повлечь за собой срыв достижения ЦПКОС.

На основании предоставленных данных Управления природных ресурсов и регулирования природопользования и Департамента экологии Костанайской области были проанализированы лимиты установленных выбросов за период с 2019 по 2022 год с прогнозом на 2023 год, которые составили:

Сложность установления целевых в части «...по видам загрязняющих веществ» состоит в определении объема отдельных загрязняющих веществ, их порядка 100 единиц. Уполномоченные органы в области охраны окружающей

среды не ведут подсчет выданных лимитов в разрезе видов загрязняющих веществ, а только в общем объеме. Поэтому ни Департамент экологии, ни Управление природных ресурсов Костанайской области данные сведения не предоставили. Поэтому были изучены фактические сведения органов статистики по видам загрязняющих веществ. В результате было установлено, что объем выбросов в атмосферный воздух складывается из загрязняющих веществ, в составе которых основную долю от всего объема загрязняющих веществ занимают сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) 32%, окись углерода (CO) 8%, окись азота 6% и твердые загрязняющие вещества 31%. Остальные загрязняющие вещества объединены в группу «прочие» и составляют 23%.

Базовым расчетным показателем было предложено взять лимит 2023 года в объеме 180262 тонн загрязняющих веществ, от которого были подсчитаны в процентном отношении 4 основных загрязняющих вещества, остальные были объединены в группу «прочие». Таким образом, были установлены базовые значения загрязняющих веществ, которые необходимо снижать:

- сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) 57684 тонн (32%),
- окись углерода (CO) 14421 тонны (8%),
- окись азота  $\text{NO}_2$  10816 тонн (6%),
- твердые вещества 55881 тонн (31%),
- прочие вещества 41460 тонны (23%).

В качестве целевых показателей для снижения нагрузки на окружающую среду было предложено ежегодно уменьшать совокупный объем выбросов на 1% относительно предыдущего года и к 2028 году достичь 5-ти процентного сокращения выбросов ЗВ.

Целевой показатель по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух будет выглядеть следующим образом:

Также для установления целевого по видам загрязняющих веществ можно рекомендовать воспользоваться сведениями органов статистики из сайта [stat.gov.kz](http://stat.gov.kz) об установленных лимитах отдельно взятого загрязняющего вещества. Сборник называется «О состоянии охраны атмосферного воздуха в Костанайской области. 4 Серия Статистика промышленного производства и окружающей среды». Раздел «Выбросы специфических загрязняющих веществ в атмосферу». В нем посчитаны объемы установленных предельно-допустимых выбросов (ПДВ) 109 загрязняющих веществ на отчетный год, тонн/год. Раздел выглядит следующим образом:

| 3. Выбросы специфических загрязняющих веществ в атмосферу |  |  |
|---|--|--|
| Костанайская область                                      |  |  |
|   |  | тонн   |
|   | Выброшено в атмосферу специфических загрязняющих веществ в отчетном году   | Установленный предельно-допустимый выброс (ПДВ) загрязняющих веществ на отчетный год, тонн/год |
| 6   | <b>Всего</b>   | 121 380,038  |
| 7   | Сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> )  | 38 335,257   |
| 8   | Сероводород (H <sub>2</sub> S)   | 210,817  |
| 9   | Оксид углерода (CO)  | 9 823,990  |
| 10  | Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )   | 5 883,391  |
| 11  | Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %:70-20 (шамот, цемент, пыль, цементного производства-глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола кремнезем, зола углей казахстанских месторождений) | 15 942,966   |
| 12  | Аммиак (NH <sub>3</sub> )  | 368,927  |
| 13  | Диванадий пентоксид (пыль) (Ванадия пентоксид)   | 0,028  |
| 14  | Магний оксид   | 0,000  |
| 15  | Марганец и его соединения (в пересчете на диоксид марганца)  | 2,679  |
| 16  | Меди оксид (в пересчете на медь)   | 0,159  |
| 17  | Натрий хлорид  | 2,411  |
| 18  | Никель металлический   | 0,009  |
| 19  | Свинец и его неорганические соединения(в пересчете на свинец)  | 5,313  |
| 20  | Хром шестивалентный (в пересчете на триоксид хрома)  | 0,028  |
| 21  | Цинк диацетат (в пересчете на цинк) (Цинк ацетат)  | x  |
| 22  | Азотная кислота  | 1,515  |
| 23  | Аммоний нитрат   | x  |
| 24  | Гидрохлорид (Соляная кислота, Водород хлорид)  | 3,328  |
| 25  | Гидроцианид (Синильная кислота, Муравьиной кислоты нитрил, Циановодород)   | 0,077  |
| 26  | Серная кислота (по молекуле H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )   | 0,860  |
| 27  | Органические соединения (в пересчете на мышьяк)  | x  |

Рисунок 2 – Скриншот таблицы из статистического сборника об объемах загрязняющих веществ по отдельности

На основании этих данных можно устанавливать целевые показатели в сторону снижения. Можно также, если владеете сведениями и наоборот установить целевые в сторону увеличения в случае, если в области запланированы увеличения производств, открытие новых предприятий и подсчитаны их выбросы в будущем. В любом случае, установление ЦПКОС должно проходить коллегиально с учетом мнений сторон, среди которых специалисты госорганов, разработчики, компетентные лица.

**Целевой показатель «Совокупный объем сбросов по водным объектам».** Для установления ЦПКОС по объему сбросов необходимо подсчитать объемы сбросов природопользователей в природные водоемы на основании выданных Департаментом экологии лимитов. В Костанайской области были проанализированы плановые объемы сбросов крупных недропользователей области на период 2023-2028 год. За основу взяты установленные лимиты объемов сбросов по экологическим разрешениям. В 2023-2024 гг. лимиты на объемы сбросов получили все предприятия, на остальные года не все. Поэтому для расчета показателя ЦПКОС было предложено взять в качестве базового показателя установленный лимит объема сбросов загрязняющих веществ

2023 года, который составляет 439,018 тыс. тонн ЗВ, а ЦПКОС установить, как ежегодное снижение сброса загрязняющих веществ на 5% относительно предыдущего года, начиная с 2024 года. Целевой показатель установить единый ввиду того, что все водные объекты, в который производятся сбросы загрязняющих веществ со сточными водами, расположены в одном Тобол-Торгайском водном бассейне, а также отсутствуют ведомственные и статистические отчетные данные в разрезе загрязняющих веществ, что затруднит мониторинг и, соответственно, проверяемость данного показателя (п.5 Правил).

Для установления целевого показателя по сокращению отходов и сокращению коммунальных отходов были проанализированы такие показатели, как общий объем образования коммунальных отходов в целом по области и в разрезе городов и районов, доля раздельного сбора отходов. Было установлено, что в области в среднем ежегодно образуется порядка 170 тыс. тонн коммунальных отходов, при этом доля сортировки отходов составляла всего лишь 18,2% в 2023 году. При исследовании данной проблемы выяснилось, что не во всех районах население охвачено вывозом мусора, не везде есть коммунальные организации, и при установлении целевого

показателя необходимо учитывать, что одним из этапов снижения количества отходов является достижение такого показателя, как максимальный охват населения вывозом отходов. Для увеличения доли раздельного сбора уже есть определенная инфраструктура. Система раздельного сбора отходов (бумаги, картона, пластика, стекла, ртутьсодержащих ламп, отходов электронного и электрического оборудования, пищевых и крупногабаритных отходов) осуществляется в 54 населенных пунктах области, для этих целей установлено около 2000 специализированных контейнеров. 12 частных компаний осуществляют переработку вторсырья и выпускают 14 видов готовой продукции. Ведется работа по запуску производств по переработке строительных материалов несколькими предприятиями. В области установлено 146 контейнеров для сбора батареек и ртутных ламп населением. Но данная работа ведется только в городах области, и не все районы охвачены даже элементарным вывозом мусора, не говоря уже о подсчете доли разделяемого сырья. Источником данной информации Вам послужат сведения департамента статистики, которые находятся в свободном доступе на сайте [stat.gov.kz](http://stat.gov.kz), а также информация местных исполнительных органов. В нашем случае достаточную информацию предоставило Управление природных ресурсов и природопользования акимата Костанайской области. Исходя из анализа возможностей региона по внедрению раздельного сбора, налаженности вывоза коммунальных отходов от предприятий и населения, исходя из финансовых возможностей городов и районов, а также нахождения в ближайшей близости потребителей и переработчиков вторсырья можно будет спрогнозировать долю раздельного сбора отходов в ближайшей перспективе и установить его в качестве целевого с поэтапным ежегодным увеличением. В Костанайской области запланировано достичь 31% доли раздельного сбора отходов к концу 2028 года и этот показатель установлен в качестве целевого. В тех населенных пунктах, где вообще отсутствует какой-либо вывоз отходов от населения, где даже отсутствуют коммунальные организации по вывозу мусора, в качестве целевого показателя рекомендуется устанавливать *охват населения вывозом отходов в процентном соотношении. Например, Камыстинский район установил себе целевой показатель по достижению 75%-го охвата населения к 2028 году при текущем показателе 0% [27], а Денисовский район планирует увели-*

чить данный показатель с 3,7% в 2023 году до 80% охвата населения к 2028 году [28].

**Целевой показатель «совокупные объемы сокращения выбросов парниковых газов».** По наблюдениям Казгидромета, который описывает свои наблюдения в бюллетенях мониторинга состояния и изменения климата Казахстана, климат нашего региона меняется, становится теплее и он фиксирует повышение средней летней температуры. В 2021 году средняя годовая температура в Костанайской области была выше на 1,63°C от средней многолетней температуры 1961-1990 гг. Летняя температура была выше на 2,44°C. Наблюдается и сокращение атмосферных осадков (70,6% от нормы) [29]. Сокращение осадков для Костанайского аграрного региона чревато падением урожайности в сельхозкультурах и всех вытекающих отсюда последствий. Хотя осенью 2023 года выпало очень много осадков, что повлекло за собой снижение качества урожая, который аграрии из-за осадков вовремя не смогли убрать, а также тяжелую паводковую ситуацию в апреле 2024 года, когда затопленными оказались несколько районов, прибрежные части городов Костанай и Рудный. Одной из причин потепления климата ученые связывают с увеличением поступления в атмосферный воздух парниковых газов. Костанайская область также осуществляет выброс парниковых газов, так как самостоятельно ежегодно производит 4 тыс. Гкал тепла и свыше 1 млн квт\*час электроэнергии [30]. На территории Костанайской области работает 6 крупных ТЭЦ, которые ежегодно отчитываются об объемах своих парниковых газов, которые составляют 1,34% от всех выбросов парниковых газов субъектов квотирования Казахстана или 2,4 % всей энергетической отрасли нашей республики. Среди них АО «ССГПО», АО «Качары Руда», ГКП «КТЭК», ГКП «Аркалыкская ТЭК», ГКП на ПХВ «Лисаковскгоркоммунэнерго», ГКП «Житикарагоркоммунэнерго». Квотируемым парниковым газом п.1 статьи 289 ЭК согласно экологическому кодексу РК, является диоксид углерода, а данные предприятия являются квотируемыми, так как годовой объем выбросов диоксида углерода превышает 20 тыс. тонн.

Приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК № 588-п от 26.08.2022 г. «Об утверждении перечня установок с распределенными объемами углеродных квот» [31] для данных предприятий установлены квоты (ограничения, лимиты) на выброс парниковых газов в 2024-2025 гг., которые составят:

- в 2024 г. – 2 214 645 тонн CO<sub>2</sub>,
- в 2025 г. – 2 181 365 тонн CO<sub>2</sub>.

Это значит, что фактические выбросы диоксида углерода данных предприятий не должны превысить выданных объемов. В случае превышения данных объемов предприятие выкупает недостающие единицы на углеродном рынке.

Пп. 2 п.6 ст. 286 Экологического кодекса РК предусмотрена обязанность квотируемых установок ежегодно снижать на 1,5% объемы парниковых газов от уровня предыдущего года. Национальным планом бесплатного распределения углеродных квот охвачен только период по 2025 год включительно. Поэтому можно предположить, что объем квотируемых выбросов составит «-1,5%» от уровня предыдущего года:

- в 2026 г. – 2 148 645 тонн CO<sub>2</sub>,
- в 2027 г. – 2 116 415 тонн CO<sub>2</sub>,
- в 2028 г. – 2 084 669 тонн CO<sub>2</sub>.

Прогнозные ежегодные объемы диоксида углерода от 6 установок Костанайской области в период с 2024 по 2028 гг. были предложены в качестве целевых показателей применительно к совокупным сокращениям парниковых газов. Эти значения можно посчитать, отследить: ежегодно предприятия отчитываются о своих фактических выбросах в углеродный кадастр АО «Жасыл даму». Отслеживание фактических объемов ПГ и сопоставление с установленными объемами ПГ будет говорить о динамике роста или снижения выбросов ПГ и будет соответствовать требованиям п.5 Главы 1 Правил разработки ЦПКОС № 257 от 19.07.2021 г. в части достижимости, контролируемости и проверяемости.

На основании проведенного анализа экологической ситуации в области и лабораторных работ сформированы целевые показатели для водных ресурсов, атмосферного воздуха, почв населенных пунктов, лесов, установлены прогнозные показатели для объем сбросов в водные объекты, выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух, установлена доля отходов, которые должны быть переработаны. В работе определены величины промежуточных целевых показателей на 2024-2028 гг. с учетом поэтапного снижения уровня негативного воздействия на здоровье населения и окружающую среду природоохранными мероприятиями предприятий и области в целом. В следующей таблице указаны целевые показатели, предложенные для Костанайской области [22].

В качестве целевых показателей были выбраны цифровые значения различных показателей в

динамике, которые будут давать информацию об улучшении или ухудшении окружающей среды. Например, для атмосферного воздуха были выбраны значения загрязняющих веществ, в основном выбрасываемых промышленными предприятиями и автотранспортом, которые можно обнаружить только с помощью измерительных приборов лабораторий. Также их концентрации регулярно замеряет РГП «Казгидромет», периодичность составляет каждые 20 минут в крупных населенных пунктах области. В остальных районах будет привлекаться передвижная экологическая лаборатория. Для водных ресурсов в качестве показателя был выбран антропогенный загрязнитель – химическое потребление кислорода, а для почв – нефтепродукты. По их уровню можно судить о степени загрязнения компонента окружающей среды. Нормой считается нахождение загрязняющих веществ в пределах 1 ПДК [32].

В 2023 г. доля лесистости всей территории Костанайской области составила 1,1% и коллегиально совместно с Департаментом экологии и управлением природных ресурсов и регулирования природопользования Костанайской области было принято решение установить данный показатель в качестве целевого. Области необходимо сохранить те лесные массивы, которые уже произрастают в области, а пятилетний срок очень маленький в плане увеличения площади лесов даже на 1 % с учетом климата региона, расположения его в степной зоне, а также финансовых и технических возможностей области.

Для сокращения деградации и опустынивания земель был выбран индикатор ежегодного объема рекультивации нарушенных земель крупными горнодобывающими компаниями на основании прогнозных сведений, имеющихся у компетентных органов. Совокупный объем выбросов по видам загрязняющих веществ и совокупный объем сбросов на 2024-2028 гг. были установлены на основании выданных экологических разрешений всем природопользователям области с постепенным их сокращением на 5% в течение пяти лет. Для улучшения ситуации с сокращением коммунальных отходов был установлен целевой показатель – увеличение доли переработки коммунальных отходов по всей области с 18,2 % в 2023 г. до 31% в 2028 г. Объем выбросов парниковых газов также ежегодно должен снижаться от показателя 2023 г. не менее, чем на 1,5%. В количественном выражении данные показатели посчитаны и предложены для утверждения.

Таблица 2 – Целевые показатели качества окружающей среды Костанайской области

| Индикаторы  | Базовый (текущий показатель)                                     | Целевые показатели качества окружающей среды Костанайской области         |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|---|
|   |  | 2024 г.   | 2025 г.   | 2026 г.   | 2027 г.   | 2028 г.   |
| Качество атмосферного воздуха   | в городах  | не более 1 ПДК  | не более 1 ПДК  | не более 1 ПДК  | не более 1 ПДК  | не более 1 ПДК  |
|   | в районах  | не более 0,5 ПДК  | не более 0,5 ПДК  | не более 0,5 ПДК  | не более 0,5 ПДК  | не более 0,5 ПДК  |
| Качество водных ресурсов  | для рек Тобол, Айтег, Шортанды, Тогузак, Жалдама, Ашыбай, Торгай | - ХПК – не более 30 О/л мг О/л<br>- аммоний-ион (NH4) – не более 1 мг/л   | - ХПК – не более 30 О/л мг О/л<br>- аммоний-ион (NH4) – не более 1 мг/л | - ХПК – не более 30 О/л мг О/л<br>- аммоний-ион (NH4) – не более 1 мг/л | - ХПК – не более 30 О/л мг О/л<br>- аммоний-ион (NH4) – не более 1 мг/л | - ХПК – не более 30 О/л мг О/л<br>- аммоний-ион (NH4) – не более 1 мг/л |
|   | для городов и районных центров районов области                   | уровень химического потребления кислорода (ХПК) в водном ресурсе          | уровень нефтепродуктов в почве населенных пунктов                       | концентрация не-фтепродуктов фон + 0,01 мг/г                            | концентрация не-фтепродуктов фон + 0,01 мг/г                            | концентрация не-фтепродуктов фон + 0,01 мг/г                            |
| совокупные площади лесов и зеленых насаждений с учетом условий климата и почв | Доля лесистости, % от общей площади                              | 1,1%  | 1,1%  | 1,1%  | 1,1%  | 1,1%  |
|   | Ежегодный объем рекультивации нарушенных земель                  | планируемые объемы рекультивации на 2024-2028 согласно проектам 1130,7 га | не менее 362 га   | не менее 195 га   | не менее 194,2 га   | не менее 194,2 га   |



Продолжение таблицы

| Индикаторы  | Базовый (текущий показатель)  | Целевые показатели качества окружающей среды Костанайской области  |  |  |   |
|---|---|--|--|--|---|
|   |   | 2024 г.  | 2025 г.  | 2026 г.  | 2027 г.   |
| Совокупный объем выбросов по видам загрязняющих веществ   | лимит на 2023 год – 180 262 тонны в том числе<br>-сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> ) 57684 тонн<br>- окись углерода (CO) 14421 тонны<br>- окись азота NO <sub>2</sub> 10816 тонн<br>- твердые 55881 тонн<br>- прочие 41460 тонны | не более 178 459 тонн, в том числе:<br>сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> ) не более 57107 тонн<br>- окись углерода (CO) не более 14277 тонны<br>- окись азота NO <sub>2</sub> не более 10708 тонн<br>- твердые не более 55322 тонн<br>- прочие не более 41045 тонн | не более 174 908 тонн, в том числе:<br>сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> ) не более 55971 тонн<br>- окись углерода (CO) не более 13993 тонны<br>- окись азота NO <sub>2</sub> не более 10495 тонн<br>- твердые не более 54221 тонн<br>- прочие не более 40229 тонн | не более 173 159 тонн, в том числе:<br>сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> ) не более 55411 тонн<br>- окись углерода (CO) не более 13853 тонны<br>- окись азота NO <sub>2</sub> не более 10390 тонн<br>- твердые не более 53679 тонн<br>- прочие не более 39826 тонн | не более 171427 тонн, в том числе:<br>сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> ) не более 54857 тонн<br>- окись углерода (CO) не более 13714 тонны<br>- окись азота NO <sub>2</sub> не более 10286 тонн<br>- твердые не более 53142 тонн<br>- прочие не более 39428 тонн |
| Совокупный объем сбросов  | Лимиты<br>2023 г. – 439,018 тыс. тонн   | не более 396 тыс. тонн   | не более 376 тыс. тонн   | не более 357,6 тыс. тонн   | не более 339,7 тыс. тонн  |
| по видам коммунальных отходов – доля их разделного сбора, подготовки к повторному использованию, переработки, утилизации и удаления (уничтожения и (или) захоронения) | 18,2%   | 27,5%  | 29%  | 30%  | 31%   |
| Совокупные объемы сокращения выбросов парниковых газов  | 2 243 854 тонн диоксида углерода  | не более 2 181 365 тонн  | не более 2 148 645 тонн  | не более 2 116 415 тонн  | не более 2 084 669 тонн   |

К 2028 году область может выбросить не более 2,084 млн тонн парниковых газов, что должно быть меньше на 7%, чем в 2023г. Всего в области 6 крупных предприятий, которые ведут отчетность по объемам парниковых газов. Позитивным моментом по сокращению совокупного объема выбросов, является переход Качарской ТЭЦ с угля на газ. Таким образом, мониторинг установленных целевых показателей парниковых газов в перспективе позволит оценивать динамику изменений окружающей среды, эффективность природоохранных мероприятий и реагировать на негативные изменения в окружающей среде.

### Заключение

Дополнением к работе стала программа мониторинга достижения ЦПКОС в период с 2024

по 2028 гг., которая позволит отследить результативность природоохранных мер, динамику изменения показателей окружающей среды. Работой был предложен комплекс мероприятий для достижения целевых показателей качества региона в перспективе до 2028 года, среди которых: озеленение, газификация населенных пунктов, строительство скверов, перевод автотранспорта на газ, развитие велопроката, организация транспортных потоков путем строительства пробивок улиц, объездных дорог, ремонта улиц, ремонт водоочистных сооружений, строительство водоочистных сооружений, охраны почвенного покрова, увеличение доли сортировки и переработки отходов путем развития предприятий, перерабатывающих отходов и т.д. Предложенные ЦПКОС должны быть утверждены Костанайским областным маслихатом в 2024 году.

### Литература

1. Шеховцов А. Европейская Экономическая Комиссия ООН. – Применение основного набора экологических показателей для стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА). – С. 3-19.
2. Susanna Paleari. Italian National Research Council.- EU Environmental Targets and Objectives 2015 – 2050. – Report number: ETC/WMGE 2019/2. – January 2019. – P/ 8- [https://www.researchgate.net/publication/333618580\\_EU\\_Environmental\\_Targets\\_and\\_Objectives\\_2015\\_-\\_2050](https://www.researchgate.net/publication/333618580_EU_Environmental_Targets_and_Objectives_2015_-_2050)
3. Указ президента Республики Узбекистан УП-5683 от 30.10.2019 г. «Об утверждении концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года. – С. 25
4. Республика Узбекистан. Определяемый на национальном уровне вклад. – 2021 г. – С. 10-11.
5. Dimitri De Boer and FAN Danting. – Targets Set for “Beautiful China”. February 2, 2024. <https://cciced.eco/ecological-progress/targets-set-for-beautiful-china/#:~:text=The%20%E2%80%9CBeautiful%20Villages%E2%80%9D%20concept%20is,the%20State%20Council%20last%20year>
6. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-70. Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, на территориях промышленных организаций.
7. Е. И. Кранина. – Китай на пути к достижению углеродной нейтральности. Институт Дальнего Востока РАН, Москва. – С. 3-9.
8. Как сегодня выполняется, Парижское соглашение странами-участницами рассказал генеральный директор Центра экологических инвестиций Михаил Юлкин. – <http://ecopress.center/page5507017.html>
9. Китай предупредил ИМО о чрезмерной амбициозности цели по сокращению выбросов. – от 4.07.2023. – <https://morvesti.ru/news/1679/103645/>
10. Directives. Directive (Eu) 2016/2284 Of the European Parliament and Of the Council of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC. – P. 19-21.
11. Directive (Eu) 2018/851 Of the European Parliament and Of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste. – P. 21.
12. Packaging Waste Directive 94/62/EC as amended by Directive 2018/852/EU. – P. 7.
13. Directive (Eu) 2018/850 Of the European Parliament and Of the Council of 30 May 2018 amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. – P. 5.
14. European Commission. Brussels, 27.3.2013.Com (2013) 169 final GREEN PAPER. A 2030 framework for climate and energy policies. – P. 3
15. European Commission. Brussels, 28.3.2011.Com (2011) 144 Final. White Paper. Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system COM(2011)144 final, Roadmap to a single European transport area.- P. 3.
16. European Commission.Com (2016) 860 final. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION. Clean Energy For All Europeans. – Brussels, 30.11.2016. – P. 4.

17. European Council, 23-24/10/2014, 23-24 October 2014. «Europe leads the way in the fight against climate change and Ebola». – P. 5.
18. Стратегия социально-экономического развития Челябинской области на период до 2035 года. – С. 206-209.
19. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 29 октября 2021 г. № 3052-р. – г. Москва. – Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. – С. 37.
20. Экологический кодекс РК от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК.- С.35-37, 262.
21. Приказ и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 19 июля 2021 года № 257 «Об утверждении Правил разработки целевых показателей качества окружающей среды, в том числе минимального перечня индикаторов, для которых устанавливаются целевые показатели качества окружающей среды».
22. Проектная работа «Целевые показатели качества окружающей среды Костанайской области». – Костанай, 2023. – с. 177-181.
23. НИЦ РГП «Казгидромет». – Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды РК» за 2020, 2021 гг. – Астана. – С. 13-29.
24. Интернет-ресурс: <https://stat.gov.kz>.
25. Информационные бюллетени Департамента статистики Костанайской области Комитета по статистике МНЭ РК (2020,2021 гг.):
  26. - «О состоянии охраны атмосферного воздуха в Костанайской области»;
  27. - «Основные показатели работы промышленности Костанайской области»;
  28. - «О деятельности автозаправочных, газозаправочных и газонаполнительных станциях в РК».
29. Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РК от 9 ноября 2016 года № 151. «Об утверждении единой системы классификации качества воды в водных объектах».
30. Программа управления коммунальными отходами Камыстинского района. – пос. Камысты.- 2023 г.
31. Программа управления коммунальными отходами Денисовка района. – с. Денисовка. – 2023 г.
32. НИЦ РГП «Казгидромет». – Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2021 год.
33. Статистический сборник. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан. 2016-2020 гг.
34. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК № 588-п от 26.08.2022г. «Об утверждении перечня установок с распределенными объемами углеродных квот».
35. Приказ Министра здравоохранения РК от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-70. «Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, на территориях промышленных организаций».

#### References

1. Shekhovcov A. Evropejskaya Ekonomicheskaya Komissiya OON. – Primenenie osnovnogo nabora ekologicheskikh pokazatelej dlya stran Vostochnoj Evropy, Kavkaza i Central'noj Azii (VEKCA). – S. 3-19.
2. Susanna Paleari. Italian National Research Council.- EU Environmental Targets and Objectives 2015 – 2050. – Report number: ETC/WMGЕ 2019/2. – January 2019. – P/ 8- [https://www.researchgate.net/publication/333618580\\_EU\\_Environmental\\_Targets\\_and\\_Objectives\\_2015\\_-\\_2050](https://www.researchgate.net/publication/333618580_EU_Environmental_Targets_and_Objectives_2015_-_2050)
3. Ukaz prezidenta Respubliki Uzbekistan UP-5683 ot 30.10.2019 g. «Ob utverzhdenii koncepcii ohrany okruzhayushchej sredy Respubliki Uzbekistan do 2030 goda. – S. 25
4. Respublika Uzbekistan. Opredelyaemyj na nacional'nom urovne vklad. – 2021 g. – S. 10-11.
5. Dimitri De Boer and FAN Danting. – Targets Set for “Beautiful China”. February 2, 2024. <https://cciced.eco/ecological-progress/targets-set-for-beautiful-china/#:~:text=The%20%E2%80%9CBeautiful%20Villages%E2%80%9D%20concept%20is,the%20State%20Council%20last%20year>
6. Prikaz Ministra zdravoohraneniya Respubliki Kazahstan ot 2 avgusta 2022 goda № ҚР ДСМ-70. Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov k atmosfernomu vozduhu v gorodskih i sel'skih naseleennyh punktah, na territoriyah promyshlennyh organizacij.
7. E. I. Kranina. – Kitaj na puti k dostizheniyu uglerodnoj nejtral'nosti. Institut Dal'nego Vostoka RAN, Moskva. – S. 3-9.
8. Kak segodnya vypolnyaetsya, Parizhskoe soglasenie stranami-uchastnicami rasskazal general'nyj direktor Centra ekologicheskikh investicij Mihail Yulkin. – <http://ecopress.center/page5507017.html>
9. Kitaj predupredil IMO o chrezmernoj ambicioznosti celi po sokrashcheniyu vybrosov. – ot 4.07.2023. – <https://morvesti.ru/news/1679/103645/>
10. Directives. Directive (Eu) 2016/2284 Of the European Parliament and Of the Council of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC. – P. 19-21.
11. Directive (Eu) 2018/851 Of the European Parliament and Of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste. – P. 21.
12. Packaging Waste Directive 94/62/EC as amended by Directive 2018/852/EU. – P. 7.
13. Directive (Eu) 2018/850 Of the European Parliament and Of the Council of 30 May 2018 amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. – P. 5.

14. European Commission. Brussels, 27.3.2013.Com (2013) 169 final GREEN PAPER. A 2030 framework for climate and energy policies. – P. 3
15. European Commission. Brussels, 28.3.2011.Com (2011) 144 Final. White Paper. Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system COM(2011)144 final, Roadmap to a single European transport area.- P. 3.
16. European Commission.Com (2016) 860 final. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION. Clean Energy For All Europeans. – Brussels, 30.11.2016. – P. 4.
17. European Council, 23-24/10/2014, 23-24 October 2014. «Europe leads the way in the fight against climate change and Ebola». – P. 5.
18. Strategiya social'no-ekonomicheskogo razvitiya Chelyabinskoy oblasti na period do 2035 goda. – S. 206-209.
19. Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii. Rasporyazhenie ot 29 oktyabrya 2021 g. № 3052-r. – g. Moskva. – Strategiya social'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii s nizkim urovnem vybrosov parnikovyh gazov do 2050 goda. – S. 37.
20. Ekologicheskij kodeks RK ot 2 yanvarya 2021 goda № 400-VI ZRK. - S.35-37, 262.
21. Prikaz i.o. Ministra ekologii, geologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan ot 19 iyulya 2021 goda № 257 «Ob utverzhenii Pravil razrabotki celevyh pokazatelej kachestva okruzhayushchej sredy, v tom chisle minimal'nogo perechnya indikatorov, dlya kotoryh ustanavlivayutsya celevye pokazateli kachestva okruzhayushchej sredy».
22. Proektnaya rabota «Celevye pokazateli kachestva okruzhayushchej sredy Kostanajskoj oblasti». – Kostanaj, 2023 g. – . s. 177-181.
23. NIC RGP «Kazgidromet». – Informacionnyj byulleten' «O sostoyanii okruzhayushchej sredy RK» za 2020, 2021gg. – Astana. – S. 13-29.
24. Internet-resurs: <https://stat.gov.kz>.
25. Informacionnye byulleteni Departamenta statistiki Kostanajskoj oblasti Komiteta po statistike MNE RK (2020,2021 gg.):
  - «O sostoyanii ohrany atmosfernogo vozduha v Kostanajskoj oblasti»;
  - «Osnovnye pokazateli raboty promyshlennosti Kostanajskoj oblasti»;
  - «O deyatel'nosti avtozapravochnyh, gazozapravochnyh i gazonapolnitel'nyh stanciyah v RK».
26. Prikaz Predsedatelya Komiteta po vodnym resursam Ministerstva sel'skogo hozyajstva RK ot 9 noyabrya 2016 goda № 151. «Ob utverzhenii edinoj sistemy klassifikacii kachestva vody v vodnyh ob'ektah».
27. Programma upravleniya kommunal'nymi othodami Kamystinskogo rajona. – pos. Kamysty.- 2023 g.
28. Programma upravleniya kommunal'nymi othodami Denisovka rajona. – s. Denisovka. – 2023 g.
29. NIC RGP «Kazgidromet». – Ezhegodnyj byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazahstana: 2021 god.
30. Statisticheskij sbornik. Toplivno-energeticheskij balans Respubliki Kazahstan. 2016-2020 gg.
31. Prikaz Ministra ekologii, geologii i prirodnyh resursov RK № 588-p ot 26.08.2022g. «Ob utverzhenii perechnya ustanovok s raspredelennymi ob'emami uglerodnyh kvot».
32. Prikaz Ministra zdravoohraneniya RK ot 2 avgusta 2022 goda № ҚР DSM-70. «Ob utverzhenii Gigienicheskikh normativov k atmosfernomu vozduhu v gorodskih i sel'skih naselennyh punktah, na territoriyah promyshlennyh organizacij».

**Автор туралы мәлімет**

*Михайличенко Александр Дмитриевич – ғылым магистрі (Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару), «Эко-экспертсервис» жетекшісі (Костанай, Қазақстан, e-mail: ecolinesport@list.ru)*

**Information about author:**

*Mikhailichenko Alexandr Dmitrievich – master of sciences (Geoecology and environmental management), Head of «EcoExpertService» company (Kostanay, Kazakhstan, e-mail: ecolinesport@list.ru)*

*Поступила: 07 февраля 2024 года*

*Принята: 17 июня 2024 года*

С.М. Романова<sup>1\*</sup>, Е.Г. Крупа<sup>1,2</sup>,  
А.С. Серикова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, г. Алматы, Казахстан  
<sup>2</sup>Казахстанское Агентство Прикладной экологии, г. Алматы, Казахстан  
\*e-mail: sofiyarom@mail.ru

## СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА И ФОСФОРА В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. ИРТЫШ

В статье приведены материалы собственных исследований по изучению распределения различных форм минерального азота и фосфора в бассейне реки Иртыш в летний период 2023 г. Установлено, что содержание минеральных форм азота и их соотношения неодинаковые в воде рек и озер. В воде притоков р. Иртыш преобладали нитратные ионы (от 0,03 до 1,033 мгN/дм<sup>3</sup>), с максимумом в правобережных притоках. На долю нитритных и аммонийных ионов приходилось, соответственно 2,7, 32,7 и 15,3, 38,3% от суммы азота. Доля нитратов в воде р. Черный Иртыш в среднем составила 59% от суммы азота. Ниже по течению, в пределах Павлодарской области, нитраты в воде чаще отсутствовали, а доля аммонийного азота возросла. Минеральный растворимый фосфор (фосфатные ионы) обнаружен в воде всех обследованных участков бассейна в незначительных концентрациях (0,015 – 0,130 мг/дм<sup>3</sup>) вследствие низкой растворимости его соединений и интенсивного поглощения гидробионтами. От верхних к нижним участкам Иртыша происходило небольшое увеличение концентрации соединений азота и фосфора, как следствие влияния антропогенного фактора.

**Ключевые слова:** биогенные элементы, нитриты, нитраты, ион аммония, фосфаты, природные воды, гидрохимия, предельно-допустимая концентрация, загрязнение, экология.

S.M. Romanova<sup>1\*</sup>, E.G. Krupa<sup>1,2</sup>, A.S. Serikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan  
<sup>2</sup>Kazakhstan Agency of Applied Ecology, Almaty, Kazakhstan  
\*e-mail: sofiyarom@mail.ru;

## Compounds of nitrogen and phosphorus in water bodies of the Kazakhstan part of the Irtysh River basin

We present materials from our research to study the distribution of various forms of mineral nitrogen and phosphorus in the Irtysh River basin in the summer of 2023. It has been established that the content of mineral forms of nitrogen and their ratios are not the same in the water of rivers and lakes. In the water of the river's tributaries. The Irtysh River was dominated by nitrate ions (from 0.039 to 1.033 mgN/dm<sup>3</sup>), with a maximum in the right-bank tributaries. The nitrite and ammonium ions share accounted for 2.7, 32.7 and 15.3, 38.3% of the total nitrogen, respectively. The share of nitrates in the Black Irtysh River averaged 59% of the amount of nitrogen. Downstream, within the Pavlodar region, nitrates were more often absent, and the proportion of ammonium nitrogen increased. Mineral soluble phosphorus (phosphate ions) was found in the water of all surveyed areas of the basin in insignificant concentrations (0.015 – 0.130 mg/dm<sup>3</sup>) due to the low solubility of its compounds and intensive absorption by hydrobionts. From the upper to the lower sections of the Irtysh there was a slight increase in the concentration of nitrogen and phosphorus compounds, as a result of the influence of the anthropogenic factor.

**Key words:** nutrients, nitrites, nitrates, ammonium ion, phosphates, natural waters, hydrochemistry, maximum permissible concentration, pollution, ecology.

С.М. Романова<sup>1\*</sup>, Е.Г. Крупа<sup>1,2</sup>, А.С. Серікова<sup>1</sup>, С.Н. Алексеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ҚР ғылыми және жоғары білім министрлігі, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақстан қолданбалы экология агенттігі, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: sofiyarom@mail.ru

### Ертіс өзені бассейнінің қазақстандық бөлігінің су объектілеріндегі азот пен фосфор қосылыстары

Мақалада 2023 жылдың жазында өзен экожүйесінің әртүрлі компоненттерінде минералды азот пен фосфордың әртүрлі формаларының таралуын зерттеуге арналған жеке зерттеулердің материалдары келтірілген. Ертіс өзені салаларының суында азот қосылыстарынан нитрат иондары (0,039-ден 1,033 дейін мгN/дм<sup>3</sup>) басым. Ағындардың суындағы нитритті және аммоний иондарының үлесіне тиісінше азот сомасының 2,7...32,7 және 15,3...38,3% сәйкес келеді. Қара Ертіс өзенінің суындағы нитраттардың үлесі орта есеппен азот мөлшерінің 59% құрайды, ал Ертіс өзенінің суында нитраттар аз мөлшерде, ал аммоний азотының үлесі артады. Фосфат иондарының минералды еритін фосфоры зерттелген су объектілерінің суында оның қосылыстарының төмен ерігіштігі мен гидробионттардың қарқынды сіңуіне байланысты аз концентрацияда (0,015 – 0,130 мг/дм<sup>3</sup>) кездеседі. Әдетте, Қара Ертіс және Ертіс өзендерінің ағысында антропогендік фактордың әсерінен азот пен фосфор қосылыстарының концентрациясы аздап артады.

**Түйін сөздер:** биогендік элементтер, нитриттер, нитраттар, аммоний ионы, фосфаттар, табиғи сулар, гидрохимия, шекті рұқсат етілген концентрация, ластану, экология.

## Введение

Состояние поверхностных вод суши зависит в большинстве случаев от содержания в них биогенных элементов, главными из которых являются разные формы соединений азота (нитратный, нитритный, аммонийный) и фосфора (фосфатный, гидрофосфатный, дигидрофосфатный). Эти элементы присутствуют как в незагрязненных, так и загрязненных природных водах. С одной стороны, они обеспечивают питание водной биоты, а с другой – при их высоких концентрациях происходит интенсивное развитие водных организмов. Такой процесс может привести вначале к ухудшению органолептических свойств воды, а далее к дефициту кислорода из-за его потребления при дыхании водных организмов, процессов окисления при отмирании организмов, а также участия кислорода, азота и фосфора в окислительно-восстановительных процессах экосистемы «вода – растение – донные отложения». Как следствие, происходит не только ухудшение качества воды и снижение биоразнообразия, но ограничение использования такой воды в народном хозяйстве.

Основными природными и антропогенными источниками биогенных элементов в реках и водоемах являются впадающие притоки, рассеянный поверхностный сток с водосборной площади, почвенный покров, переработка берегов и руслоформирующие процессы, различные внутриводоемные процессы, а также хозяйственно-бытовые, промышленные и сельскохозяйственные сточные воды. Соединения азота и фосфора

могут поступать в водоемы и водотоки и с атмосферными осадками, которые поглощают оксиды этих элементов из атмосферы.

В природных водах азот присутствует в виде разнообразных неорганических и органических веществ. К числу минеральных соединений относятся аммонийные, нитритные и нитратные ионы, которые генетически взаимосвязаны между собой и могут переходить друг в друга и в этой связи чаще всего рассматриваются совместно.

Азот аммонийный образуется в незагрязненных поверхностных водах в основном в результате биохимических процессов разложения белковых веществ, дезаминирования аминокислот и других азотсодержащих органических веществ. Наличие аммонийных ионов в воде в концентрациях, превышающих природные, указывает на «свежее» загрязнение.

Нитратный азот образуется в незагрязненных поверхностных водах, главным образом, в результате процессов нитрификации аммонийных ионов в аэробных условиях под действием нитрифицирующих бактерий. Наличие нитратного азота в воде в концентрациях, превышающих природные, указывает на «старое» загрязнение. В пресных водоемах нитраты активно используются растениями. Их содержание в водоемах определяется, как правило, соотношением между поступлением и потреблением растительными организмами.

Азот нитритный образуется как промежуточный продукт в цепи процессов окисления иона аммония до нитратного иона в аэробных

условиях, а также в результате восстановления нитратов до азота и аммиака, но в анаэробных условиях. Наличие нитритного азота, как и аммонийного азота, в воде в концентрациях, превышающих природные, также указывает на «свежее» загрязнение.

Фосфатные ионы являются важнейшими биогенными соединениями, чаще всего лимитирующими развитие продуктивности водоема. Увеличение концентрации фосфора в воде приводит к ускорению процессов эвтрофирования водных экосистем, т.е. к резкому повышению его биологической продуктивности, в частности, к «цветению» воды. Основными антропогенными источниками поступления фосфатов являются хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды (особенно синтетические моющие средства), поверхностный сток с сельхозугодий при использовании фосфорных удобрений, стоки животноводческих ферм (0,01–0,05 кг/сут. на одно животное). Наиболее подвижной и легко усваиваемой гидробионтами формой минерального фосфора является фосфатный фосфор, т.е. продукт диссоциации трехосновной ортофосфорной кислоты. Эти три вида ионов образуются в незагрязненных поверхностных водах главным образом в результате разрушения и растворения фосфатсодержащих пород, подстилающих русло реки или дно водоема, биохимического разложения остатков животных и растительных организмов, как внутри водного объекта, так и за счет привноса соединений фосфора с водосборной площади.

Трансграничная река Иртыш и его притоки интенсивно используются как в Китае, России, так и в Казахстане для хозяйственного и питьевого водоснабжения. В саму реку и ее притоки поступают «условно чистые» промышленные,

сельскохозяйственные и коммунальные стоки. Так, сброс загрязняющих веществ промышленными предприятиями в водные объекты Иртышского бассейна составляют в среднем около 140 тыс. т в год [1, 2]. Около 11% стоков сбрасываются без очистки и около 33 % – недостаточно очищенными.

Авторами настоящего сообщения с 2023 г. начаты комплексные гидрохимические исследования водных объектов казахстанской части бассейна р. Иртыш с целью оценки вклада природных и антропогенных факторов в общий уровень загрязнения речной экосистемы, включая соединения минерального азота и фосфора.

### Материалы и методы

В казахстанской части бассейна р. Иртыш из поверхностного слоя на химический анализ отобрано 44 пробы воды в реке Иртыш от верховья (10 км ниже границы с КНР) до п. Урлютюб, притоках Кендерлик, Жарлы, Кальджир, Курчум, пойменных озерах (Орловское, Курколь, Старый Иртыш) и накопителе сточных вод Балкылдак. Пробы воды в водоемах отбирались с борта моторной лодки при постановке на якорь по намеченной сетке станций. Координатная привязка станций выполнялась с помощью GPS-навигатора GarminTrex. Пробы воды отобраны в пределах восточных долгот 47.620...51.825 и северных широт 84.936...77.185.

По морфометрическим показателям обследованные озера и притоки р. Иртыш относятся к малым (таблица 1). Река Курчум имеет длину 230 км, ширину 0,01...0,15 км, глубину до 0,3 м, площадь водосбора 5890 км<sup>2</sup>. Длина р.Кальджир и р. Кендерлик 122 км и 95 км, площадь водосбора 3200 км<sup>2</sup> и 5330 км<sup>2</sup>, соответственно.

**Таблица 1** – Морфометрическая характеристика некоторых озер бассейна реки Иртыш

| Названия  | Длина, км | Ширина, км | Площадь водного зеркала, км <sup>2</sup> | Длина береговой линии, км | Глубина, м | Над уровнем моря, м |
|-----------|-----------|------------|--|---------------------------|------------|---------------------|
| Орловское | 1,5       | 1,2        | 0,82                                     | 4,88                      |            | 85                  |
| Курколь   | 2,7       | 2,2        | 1,12                                     | 4,76                      |            | 168                 |
| Старица   | 2,35      | 0,12-0,23  | 0,35                                     | 5,12                      | 0,3-2,3    | 77                  |
| Балкылдак | 6         | 1,24 -3,65 | 11,17                                    | 21,77                     |            | 112                 |

Примечание – по: [3, Google планета., 2023]

Химический анализ минеральных форм азота и фосфора в пробах воды проводился после консервирования хлороформом по общепринятым в гидрохимической практике методам [4,5]. Массовая концентрация ионов аммония определялась фотометрическим методом с реактивом Несслера, нитритных ионов – с реактивом Грисса, нитратных ионов – после их восстановления в кадмиевом редуторе с последующим определением образующихся нитритов реактивом Грисса, фосфатных ионов – с аскорбиновой кислотой до образования фосфорно-молибденового комплекса. В ходе анализа процент ошибок не превышал допустимых значений их погрешности. Все пробы воды анализировались в трехкратной повторности. Для получения достоверных результатов применялась математическая обработка [6].

Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного водопользования [7,8].

### Результаты и их обсуждение

В воде притоков р. Иртыш из соединений азота преобладающими являлись нитратные ионы (0,039...1,033 мгN/дм<sup>3</sup>) (таблица 2, ри-

сунки 1-3). Больше всего нитратов обнаружено в воде правобережных притоков Курчум и Кальджир. На долю нитритных и аммонийных ионов приходится, соответственно, 2,7...32,7 и 15,3...38,3% от суммы азота.

В воде р. Черный Иртыш нитраты были обнаружены практически повсеместно в количестве 0,044...0,862 мгN/дм<sup>3</sup>. Снижение количества нитратов вниз по течению реки свидетельствовало об усилении процесса денитрификации и самоочищении водных масс. Доля нитратов в воде р. Черный Иртыш в среднем составляла 59% от суммы азота. Нитратный азот чаще отсутствовал, при размахе колебаний его концентраций в пределах 0...0,126 мгN/дм<sup>3</sup>. Основным процессом, способствующим снижению концентрации нитрат-ионов, является потребление их фитопланктоном и денитрифицирующими бактериями, которые при дефиците растворенного в воде кислорода используют нитратный кислород на окисление органических веществ. Увеличение средней концентрации нитратов почти в 2 раза было отмечено в воде р. Иртыш на участке ниже г. Павлодар (0,018 мгN/дм<sup>3</sup>) по сравнению с участком до г. Павлодар (0,009 мгN/дм<sup>3</sup>), что указывает на вклад урбанизированной территории в увеличении органического загрязнения Иртыша (таблица 3).

Таблица 2 – Предельные значения концентрации соединений азота и фосфора в бассейне р. Иртыш, июль 2023 г.

| № участка                   | Значение | Нитратный ион       |                    | Нитритный ион       |                    | Аммонийный ион      |                    | Фосфор, мг/дм <sup>3</sup> |
|-----------------------------|----------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
|                             |          | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> |                            |
| р. Кендерлик (п. Даир)      |          |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                            |
| 1                           |          | 0,039               | 0,173              | 0,034               | 0,111              | 0,031               | 0,040              | 0,035                      |
| р. Жарлы (п. Биржан)        |          |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                            |
| 2                           |          | 0,179               | 0,791              | 0,037               | 0,121              | 0,039               | 0,050              | 0,030                      |
| р. Кальджир (правый приток) |          |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                            |
| 3                           | мин.     | 0,696               | 3,083              | 0,021               | 0,069              | 0,280               | 0,360              | 0,015                      |
|                             | макс.    | 0,964               | 4,270              | 0,065               | 0,213              | 0,840               | 1,080              | 0,045                      |
| р. Курчум (правый приток)   |          |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                            |
| 4                           | мин.     | 0,404               | 1,790              | 0,055               | 0,180              | 0,093               | 0,120              | 0,030                      |
|                             | макс.    | 1,033               | 4,586              | 0,057               | 0,187              | 0,109               | 0,140              | 0,030                      |
| р. Черный Иртыш             |          |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                            |
| 5                           | мин.     | 0                   | 0                  | 0,015               | 0,049              | 0,016               | 0,020              | 0,020                      |
|                             | макс.    | 0,862               | 3,817              | 0,037               | 0,121              | 0,685               | 0,880              | 0,075                      |

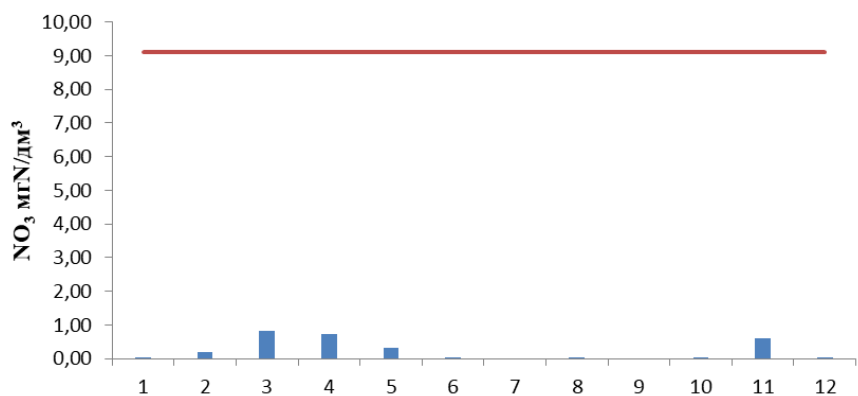


Продолжение таблицы

| № участка                   | Значение                    | Нитратный ион       |                    | Нитритный ион       |                    | Аммонийный ион      |                    | Фосфор,<br>мг/дм <sup>3</sup> |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
|                             |                             | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> |                               |
| р. Иртыш (выше г. Павлодар) |                             |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                               |
| 6                           | мин.                        | 0                   | 0                  | 0,030               | 0,098              | 0,280               | 0,360              | 0                             |
|                             | макс.                       | 0,052               | 0,230              | 0,064               | 0,210              | 0,482               | 0,620              | 0,040                         |
| р. Иртыш ( г. Павлодар)     |                             |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                               |
| 7                           | мин.                        | 0                   | 0                  | 0,042               | 0,138              | 0,342               | 0,440              | 0,010                         |
|                             | макс.                       | 0                   | 0                  | 0,058               | 0,190              | 0,583               | 0,720              | 0,025                         |
| р.Иртыш (ниже г. Павлодар)  |                             |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                               |
| 8                           | мин.                        | 0                   | 0                  | 0,015               | 0,048              | 0,389               | 0,500              | 0                             |
|                             | макс.                       | 0,126               | 0,558              | 0,110               | 0,361              | 0,793               | 1,020              | 0,050                         |
| Старый Иртыш                |                             |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                               |
| 9                           | мин.                        | 0                   | 0                  | 0,028               | 0,092              | 0,607               | 0,780              | 0,030                         |
|                             | макс.                       | 0                   | 0                  | 0,092               | 0,302              | 1,229               | 1,580              | 0,050                         |
| о. Орловское                |                             |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                               |
| 10                          | мин.                        | 0                   | 0                  | 0,050               | 0,164              | 0,965               | 1,240              | 0,020                         |
|                             | макс.                       | 0,030               | 0,133              | 0,0986              | 0,282              | 1,229               | 1,580              | 0,030                         |
| о. Курколь                  |                             |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                               |
| 11                          | мин.                        | 0,093               | 0,412              | 0                   | 0,010              | 0,054               | 0,070              | 0,050                         |
|                             | макс.                       | 1,032               | 4,572              | 0,018               | 0,060              | 0,124               | 0,160              | 0,130                         |
| Отстойник Былкылдак         |                             |                     |                    |                     |                    |                     |                    |                               |
| 12                          |                             | 0,006               | 0,026              | 0,054               | 0,177              | 0,050               | 0,060              | 0,070                         |
|                             | ПДК, мг/<br>дм <sup>3</sup> | 9,1                 |                    | 0,02                |                    | 0,39                |                    | 0,05                          |

Таблица 3 – Средние значения концентрации соединений азота и фосфора в бассейне р.Иртыш, июль 2023 г.

| Участок | Нитратный ион       |                    | Нитритный ион       |                    | Аммонийный ион      |                    | Фосфор,<br>мг/дм <sup>3</sup> |
|---------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
|         | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> | мгN/дм <sup>3</sup> | мг/дм <sup>3</sup> |                               |
| 1       | 0,039               | 0,173              | 0,034               | 0,111              | 0,031               | 0,040              | 0,035                         |
| 2       | 0,179               | 0,791              | 0,037               | 0,121              | 0,039               | 0,050              | 0,030                         |
| 3       | 0,825               | 3,654              | 0,042               | 0,138              | 0,555               | 0,713              | 0,030                         |
| 4       | 0,719               | 3,183              | 0,056               | 0,184              | 0,101               | 0,130              | 0,030                         |
| 5       | 0,322               | 1,421              | 0,027               | 0,084              | 0,193               | 0,248              | 0,034                         |
| 6       | 0,009               | 0,042              | 0,046               | 0,152              | 0,384               | 0,494              | 0,022                         |
| 7       | 0                   | 0                  | 0,052               | 0,172              | 0,452               | 0,576              | 0,019                         |
| 8       | 0,018               | 0,080              | 0,052               | 0,171              | 0,527               | 0,678              | 0,027                         |
| 9       | 0                   | 0                  | 0,060               | 0,197              | 0,898               | 1,153              | 0,038                         |
| 10      | 0,010               | 0,044              | 0,065               | 0,214              | 1,084               | 1,393              | 0,026                         |
| 11      | 0,614               | 2,723              | 0,009               | 0,030              | 0,087               | 0,113              | 0,088                         |
| 12      | 0,006               | 0,026              | 0,054               | 0,177              | 0,050               | 0,060              | 0,070                         |
| ПДК     | 9,100               | 40,000             | 0,020               | 0,080              | 0,390               | 0,500              | 0,05                          |



**Рисунок 1** – Распределение содержания нитратного азота в бассейне р. Иртыш, июль 2023 г. Усл.обозн. на оси абсцисс указаны номера участков по таблице 2; красная линия соответствует ПДК компонента

Представляет интерес сопоставить результаты по содержанию нитратов за предыдущие годы. Содержание нитратов в воде р. Иртыш в 1969-1978 гг. изменялось в пределах 0-0,90 мгN/л, что составляло 90,1% от суммы соединений азота [9], а в 1989-1990 гг. – 0-0,12 мгN/л (63,1% от суммы соединений азота) [10]. По имеющимся данным [11], содержание нитратного азота в воде р. Иртыш в пределах Павлодарской области за 1990-1999 гг. составляло 0,12 – 0,22 мгN/дм<sup>3</sup>. Можно заключить, что за многолетний период концентрация нитратов в воде р. Иртыш изменялась в близких пределах.

Вода пойменных озер Старица и Орловское чаще не содержала нитратов, лишь в одной пробе из шести их концентрация составляла 0,030 мгN/дм<sup>3</sup>, а в воде оз. Курколь отмечено постоянное их присутствие от 0,093 до 1,032 мгN/дм<sup>3</sup> или 86,4% от суммы азота. В воде озера накопителя сточных вод Балкылдак концентрация нитратного азота была близка к нулю. В воде всех объектов содержание нитратов не превышало ПДК (9,1 мгN/дм<sup>3</sup>) (рисунок 1).

Нитритный азот был обнаружен повсеместно, что говорит о «свежем» загрязнении (рисунок 2). Так, в воде р. Черный Иртыш его концентрация изменялась в пределах 0,015...0,037 мгN/дм<sup>3</sup>, составляя в среднем 1,4ПДК, но доля в общей сумме азота не превышала 5%. Иртышская вода, протекая по территории Павлодарской области, накапливает нитриты, почти в 2 раза, и доля в общей сумме азота возрастает до 10,3%. Данные по нитритам в иртышской воде в пределах Павлодарской области, полученные в 1990...1999 гг., на порядок выше (0,13...0,65 мгN/дм<sup>3</sup>) [1]. Если взять воду р. Черный Иртыш

условно как фоновую, то можно заметить, что содержание нитритов в воде р. Иртыш в конечном пункте п. Урлютюб возросло в 1,9 раз или 2,6ПДК. Притоки Иртыша вносят воду, содержащую нитритный азот от 0,02 до 0,07 мгN/дм<sup>3</sup>. Наиболее загрязнена нитритами вода р. Курчум (2,8ПДК), в меньшей степени – вода р. Кендерлик (1,7ПДК). Среднее содержание нитритов в воде пойменных озер Старицы и Орловское несколько больше (0,060...0,065 мгN/дм<sup>3</sup>), чем в р.Иртыш (таблица 3). В оз. Курколь было отмечено значительно меньшее количество нитритного азота (0,009 мг/дм<sup>3</sup>). Доля нитритов в воде отстойника Балкылдак составляла 49% от суммы минерального азота. Концентрация нитритов во всех водных объектах, кроме оз. Курколь, превышала ПДК в 1,4...3,3 раза.

Повышенное содержание нитритных ионов в воде является следствием усиления процессов разложения органических и минеральных веществ в условиях медленного окисления (особенно в летнее время), а также связано с активностью фитопланктона, что указывает на загрязнение водного объекта, т.е. является одним из важных санитарных показателей.

Вода притоков р. Иртыш, р. Черный Иртыш содержала аммонийный азот в концентрациях, не превышающих ПДК, за исключением р. Кальджир (1,4 ПДК) (рисунок 3). На долю аммонийного азота здесь приходилось 11,6...39,0% от суммы неорганического азота. По течению р. Иртыш было отмечено заметное увеличение содержания аммонийных ионов в среднем от 0,193 мгN/дм<sup>3</sup> в верховье до 0,527 мгN/дм<sup>3</sup> (1,4ПДК) на самом нижнем участке, в районе п. Урлютюб. Доля аммонийного азота возросла до 89,7% от

суммы минерального азота. Это связано с тем, что на данном участке были созданы благоприятные условия для процессов денитрификации. Потенциальное влияние на повышение оказывали и «условно чистые» сточные воды, поступающие в Иртыш в пределах Павлодарской области. Согласно имеющимся данным [1,11], в 1990...1999 гг. содержание аммонийного азота в воде этого участка реки изменялось в пределах 0,13...0,86 мгN/дм<sup>3</sup>, что согласуется с нашими данными. В воде пойменных озер Старицы и

Орловское также преобладал азот аммонийный (94% от суммы азота). Его содержание в этих озерах составило 2,3ПДК и 2,8ПДК, соответственно. Такие концентрации свидетельствуют, как правило, о «свежем» загрязнении. В воде озера Курколь среднее содержание аммонийного азота было меньше (0,087 мгN/дм<sup>3</sup>, чем в других озерах и р.Иртыш и не выходило за пределы ПДК. Вода накопителя Балкылдак содержала аммонийного азота еще меньше, в среднем 0,050 мгN/дм<sup>3</sup>.

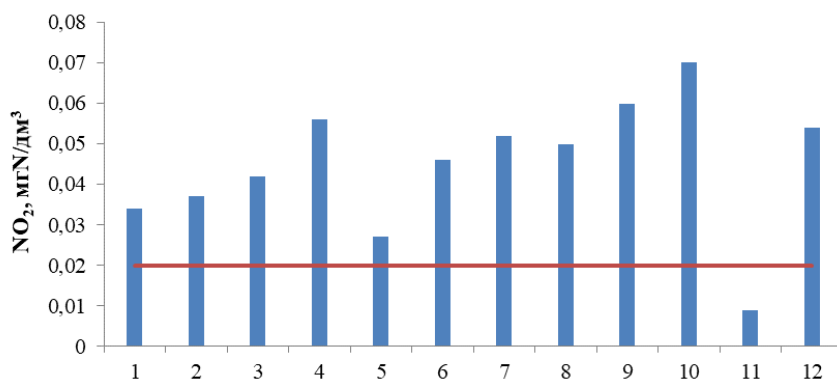


Рисунок 2 – Распределение содержания нитритного азота в бассейне р. Иртыш, июль 2023 г.  
Усл. обозн. см. рис. 1

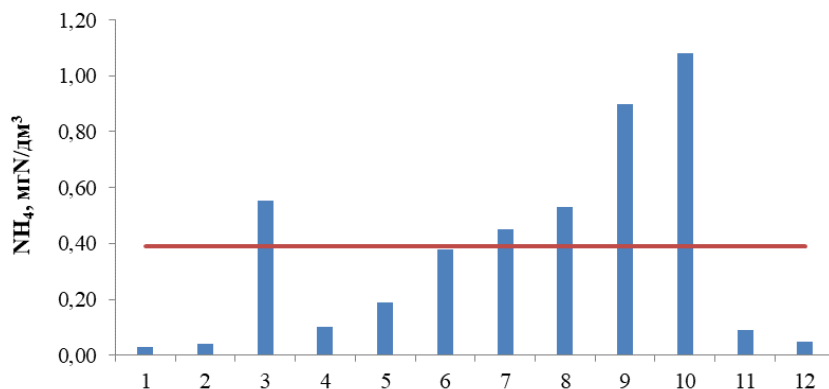


Рисунок 3 – Распределение содержания аммонийного азота в бассейне р.Иртыш, июль 2023 г.  
Усл. обозн. см. рис. 1

Авторы [12] провели мониторинг состава сточных вод озера-накопителя Балкылдак во 2 квартале 2009 г. Значение концентрации всех форм азота в этот период было следующим: нитратов 0,9...1,60, нитритов 0,10...0,13 и аммонийного азота 3,3...4,5 мгN/дм<sup>3</sup>, причем превышение ПДК было отмечено только для аммонийных ионов в 8,5...11,5 раз. Кроме

того, установлено, что сточные воды АО «Каустик» и других промышленных предприятий г.Павлодар, поступающие в отстойник Балкылдак, содержали меньшие концентрации веществ, чем в самом озере-накопителе.

Соединения фосфора более устойчивы, чем соединения азота, поэтому даже при полном исчезновении нитратов соединения фосфора

можно обнаружить. Минеральный растворимый фосфор фосфатных ионов был обнаружен практически во всех исследуемых пробах воды в кон-

центрациях от 0,015 до 0,130 мг/дм<sup>3</sup> вследствие низкой растворимости его соединений и интенсивного поглощения гидробионтами.

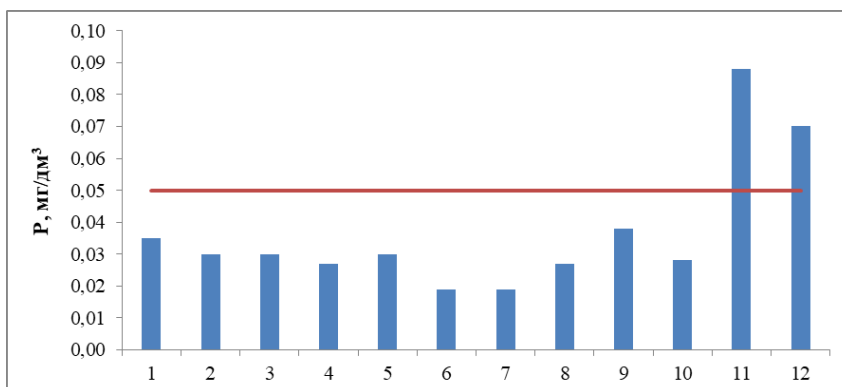


Рисунок 4 – Распределение содержания фосфора в бассейне р.Иртыш, июль 2023 г.  
Усл. обозн. см. рис.1

Вода Черного Иртыша и его правобережных и левобережных притоков мало отличалась по содержанию фосфатов (0,030...0,035 мг/дм<sup>3</sup>). По течению р. Иртыш четко выраженного процесса самоочищения или загрязнения ионами ортофосфорной кислоты не было выявлено. Обнаружено, что на участках, расположенных ниже населенных пунктов, иртышская вода содержит большую концентрацию фосфат ионов, не превышающую предельно-допустимой величины. Так, концентрация фосфатного фосфора в воде р. Иртыш, отобранной ниже г. Курчатова, увеличилась на 0,020 мг/дм<sup>3</sup> от 0 мг/дм<sup>3</sup> до г. Курчатова. Содержание фосфора в иртышской воде ниже п. Железинка возросла на 0,015 мг/дм<sup>3</sup> от 0,025 мг/дм<sup>3</sup> выше п. Железинка. Наблюдалось незначительное увеличение среднего его содержания, на 0,005 мг/дм<sup>3</sup> в воде, отобранной ниже г. Павлодар по сравнению с водой, взятой выше. Аналогичное явление отмечали и другие авторы в разные годы исследований [1,7-9]. Содержание фосфора в воде озер Орловское и Старица практически не отличалось от иртышской воды. В озере Курколь отмечены самые высокие концентрации фосфатов, до 0,13 мг/дм<sup>3</sup> (2,6 ПДК), что на порядок выше, чем в остальных водных объектах. Этот факт свидетельствует о процессах, способствующих накоплению фосфат ионов в этой озерной воде. Вода озера накопителя Балкылдак содержит 0,070 мг/дм<sup>3</sup> фосфатов. При исследовании состава воды отстойника Балкылдак в 2009 г. [12] была зафик-

сирована более высокая концентрация фосфат ионов, 0,152...0,232 мг/дм<sup>3</sup>.

Постоянное присутствие растворимых фосфатов в воде всех обследованных водных объектов можно объяснить его непрерывным поступлением в воду из донных отложений, которые постоянно взмучиваются ветровыми течениями. Динамическое равновесие между водными организмами и средой установлено многими исследователями природных водоемов [13-16]. Процессы потребления и регенерации фосфора трудно разграничимы в силу одновременного их протекания. Известно, что большая часть утилизированных фосфатов в процессе обмена веществ в организмах быстро возвращается обратно в воду. В некоторых случаях это связано с бурным развитием зоопланктона. По данным исследователей [17-20] лишь 7-10% поступающего в озеро фосфора остается в растворенном состоянии, остальная часть осаждается на дно. На процесс осаждения фосфатов оказывает влияние газовый режим, значения рН, концентрация таких ионов как кальций, магний и железо

### Заключение

В июле 2023 г. во всех водных объектах, кроме притоков р. Иртыш, концентрация нитратного азота снизилась до аналитического нуля, вследствие потребления фитопланктоном и денитрифицирующими бактериями. За счет па-

раллельно протекающего процесса отмирания и разложения организмов, относительная доля аммонийного иона становилась выше, в 1,5...87 раз в воде р.Иртыш, 94...122 раза в озерах Старица и Орловское, 8 раз в озере накопителе Балкылдак, превышая содержание нитратов. Содержание нитритного азота в воде всех объектов превышает ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения в 1,7...3,0 раза, кроме оз.Курколь, в котором доля нитритов составляет всего 1,2% от суммы соединений азота.

Малые притоки р. Иртыш, водосборы которых имеют в основном сельскохозяйственное использование, являются одним из источников поступления минерального азота (от 0,104 до 1,422 мгN/дм<sup>3</sup>) и фосфатов (от 0,030 до 0,035 мг/дм<sup>3</sup>).

Минеральный растворимый фосфор фосфатных ионов обнаружен в воде изученных водоемов в незначительных концентрациях (0,015...0,130 мг/дм<sup>3</sup>) вследствие низкой раство-

римости его соединений и интенсивного поглощения гидробионтами. Как правило, по течению рек Черный Иртыш и Иртыш происходит небольшое увеличение концентрации соединений азота и фосфора, как следствие влияния антропогенного фактора.

Минеральные формы азота и фосфора распределены в водных объектах казахстанской части бассейна р. Иртыш неодинаково. Их концентрация зависит от ряда факторов, в том числе морфометрических и гидрологических условий, развития фитопланктона, полноты и характера циркуляции воды в реке и озере, от поступления биогенных элементов из почв береговой зоны, донных отложений и грунтовых вод, а также внутриводоемных процессов.

Работа выполнена в рамках проекта «Оценка состояния биоресурсов в казахстанской части бассейна Иртыша в условиях трансграничного использования водных ресурсов и климатических изменений» (ИРН: BR18574062-ОТ-23)

#### Литература

1. Бурлибаев М.Ж., Куц С.И., Фащевский Б.В., Опп К., Царегородцева А.Г., Шенбергер И.В., Бурлибаева Д.М., Айтуреев А.М. Затопление поймы Ертиса – главный фактор устойчивого развития речной экосистемы. – Алматы: Издательство «Каганат», 2014. – 396 с.
2. Водные ресурсы Павлодарской области, их охрана и рациональное использование: Учебное пособие. / Ш.Ш. Хамзина, З.М. Шарипова, Г.М. Омарова – Павлодар: Инновац. Евраз. ун-т, 2013. – 248 с.
3. Филонец, П.П. Очерки по географии внутренних вод Центрального, Южного и Восточного Казахстана: (Озера, водохранилища и ледники) / П.П.Филонец. – Алма-Ата: изд. «Наука» Казахской ССР, 1981. – 232 с.
4. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.3.
5. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.
6. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. – Л.: Химия, 1984. – 168 с.
7. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. (Энциклопедический справочник). – М.: НПО «Альтернатива», 1995. – 618 с.
8. Перечень рыбохозяйственных нормативов, предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999 – 304 с.
9. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», 1998. – 191 с.
10. Романова С.М. Характеристика гидрохимического режима канала Ертис-Караганда. Сообщение 2. Органические и биогенные вещества, нефтепродукты в воде// Гидрометеорология и экология.-Вып. 4, 2007.- С.63-73
11. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж. и др. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы: Каганат, 2003. – 723 с.
12. Закарина Н. А., Цхай А.И., Епифанцева Т.М., Акулова Г.В. Мониторинг состава сточных вод некоторых промышленных предприятий г. Павлодара, озера-накопителя Былкыдак и подземных вод //КР YFA хабарлары = Изв. НАН РК. Сер. химии и технологии. – 2011. – № 3.- С.21-24
13. Туреева К.Ж., Атажанова А.Д. Мониторинг биогенных элементов водных объектов в современных условиях Южного Приаралья// Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2021. 9(87). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/12215>.- С.11-16
14. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.
15. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н. Биогенный сток рек в озеро Балхаш //Водные ресурсы. – 1984. -№ 6. – С. 97-103

16. Григорьева И.Л. Пространственно-временная изменчивость содержания биогенных элементов в воде водохранилищ верхней Волги//Матер. V Всерос. симп. с межд. участием, 10-14 сентября 2012, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия. -Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2012. - С.137-140
17. Боровков В.С., Курочкина В.А. Роль седиментационных процессов в самоочищении водных объектов// Вестник МГСУ, 2010. - №4, т.2. - С.41-45
18. Halder B.R., Barthakur N.P. Sulphide production in some typical rice soils of Assam //J. Indian Soc. Soil. Sci. - 1976. - Vol. 24, № 4. - P. 387-395.
19. North R.P., North R.L., Livingstone D.M., Köster O., Kipfer R. Long term changes in hypoxia and soluble reactive phosphorus in the hypolimnion of a large temperate lake: consequences of a climate regime shift. *Global change biology*, 2014, vol. 20(3), p. 811–823.
20. Soranno P.A., Carpenter S.R., Lathrop R.C. Internal phosphorus loading in Lake Mendota: response to external loads and weather. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1997, vol. 54(8), p. 1883–1893.

### References

- 1 Burlibaev M.ZH., Kuc S.I., Fashchevskij B.V., Opp K., Caregorodceva A.G., SHenberger I.V., Burlibaeva D.M., Ajtureev A.M. Zapolnenie pojmy Ertisa – glavnyj faktor ustojchivogo razvitiya rechnoj ekosistemy. - Almaty: Izdatel'stvo «Kaganat», 2014. -396 s.
2. Vodnye resursy Pavlodarskoj oblasti, ih ohrana i racional'noe ispol'zovanie: Uchebnoe posobie. / SH.SH. Hamzina, Z.M. Sharipova, G.M. Omarova – Pavlodar: Innovac. Evraz. un-t, 2013. – 248 s.
3. Filonec, P.P. Ocherki po geografii vnutrennih vod Central'nogo, YUzhnogo i Vostochnogo Kazahstana: (Ozera, vodohranilishcha i ledniki) / P.P.Filonec. – Alma-Ata: izd. «Nauka» Kazahskoj SSR, 1981. – 232 s.
4. Semenov A.D. Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi. – L.: Gidrometeoizdat, 1977. – 541 s.3.
5. Rukovodstvo po himicheskomu analizu morskij i presnyh vod pri ekologicheskom monitoringe rybohozyajstvennyh vodoemov i perspektivnyh dlya promysla rajonov Mirovogo okeana. M.: Izd-vo VNIRO, 2003. 202 s.
6. CHarykov A.K. Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov himicheskogo analiza. – L.: Himiya, 1984. – 168 s.
7. Fomin G.S. Voda. Kontrol' himicheskoi, bakterial'noj i radiacionnoj bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam. (Enciklopedicheskij spravocnik). – M.: NPO «Al'ternativa», 1995. – 618 s.
8. Perechen' rybohozyajstvennyh normativov, predel'no dopustimyh koncentracij (PDK) i orientirovochno bezopasnyh urovnij vozdejstviya (OBUV) vrednyh veshchestv dlya vody vodnyh ob'ektov, imeyushchih rybohozyajstvennoe znachenie. – M.: Izd-vo VNIRO, 1999 – 304 s.
9. Amiraliev N.A. Iskusstvennye vodnye ob'ekty Severnogo i Central'nogo Kazahstana (gidrohimiya i kachestvo vody). – Almaty: NIC «Bastau», 1998. – 191 s.
10. Romanova S.M. Harakteristika gidrohimicheskogo rezhima kanala Ertis-Karaganda. Soobshchenie 2. Organicheskie i biogennye veshchestva, nefteprodukty v vode// Gidrometeorologiya i ekologiya. -Vyp. 4, 2007.- S.63-73
11. Burlibaev M.ZH., Murtazin E.ZH. i dr. Biogennye veshchestva v osnovnyh vodotokah Kazahstana. - Almaty: Kaganat, 2003. – 723 s.
12. Zakarina N. A., Ckhaj A.I., Epifanceva T.M., Akulova G.V. Monitoring sostava stochnyh vod nekotoryh promyshlennyh predpriyatij g. Pavlodara, ozera-nakopitelya Bylkydak i podzemnyh vod //QR YFA habarlary = Izv. NAN RK. Ser. himii i tekhnologii. - 2011. – № 3.- S.21-24
13. Tureeva K.ZH., Atazhanova A.D. Monitoring biogennyh elementov vodnyh ob'ektov v sovremennyh usloviyah YUzhnogo Priaral'ya// Universum: himiya i biologiya : elektron. nauchn. zhurn. 2021. 9(87). URL: <https://universum.com/ru/nature/archive/item/12215>. - S.11-16
14. Nikanorov A.M. Gidrohimiya: Uchebnik. – 2-e izd., pererab. i dop. – SPb: Gidrometeoizdat, 2001. – 444 s.
15. Amiraliev N.A., Grigor'eva E.N. Biogennyj stok rek v ozero Balhash //Vodnye resursy. - 1984. -№ 6. – S. 97-103
16. Grigor'eva I.L. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' soderzhaniya biogennyh elementov v vode vodohranilishch verhnej Volgi//Матер. V Vseros. simp. s mezhd. uchastiem, 10-14 sentyabrya 2012, g. Petrozavodsk, Respublika Kareliya, Rossiya. - Petrozavodsk: Karel.nauch.centr RAN, 2012. - S.137-140
17. Borovkov V.S., Kurochkina V.A. Rol' sedimentacionnyh processov v samoochishchenii vodnyh ob'ektov// Vestnik MGSU, 2010. - №4, т.2. - С.41-45
18. Halder, B.R., Bartakur, N.P. Sulphide production in some typical rice soils of Assam. (*J. Indian Soc. Soil science*) v. 24, No. 4. (1976):387-395.
19. North R.P., North R.L., Livingstone D.M., Kester O., Kipfer R. Long-term changes in hypoxia and soluble reactive phosphorus in the hypolimnion of a large temperate lake: consequences of climate change. (*Biology of Global Changes*), v.20(3), (2014):811-823.
20. Soranno P.A., Carpenter S.R., Lathrop R.S. Internal phosphorus content in Lake Mendota: reaction to external loads and weather conditions. (*Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*), (1997), v. 54(8):1883-1893.

**Авторлар туралы мәлімет:**

Романова С.М. (корреспондент-автор) – география ғылымдарының докторы, гидробиологи және экотоксикология зертханасының бас ғылыми қызметкері, “Зоология институты” (Алматы, Қазақстан, email: sofyaarom@mail.ru)

Крупа Е. Г. – биология ғылымдарының докторы, “Зоология институты” гидробиология және экотоксикология зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, email: elena\_krupa@mail.ru)

Серікова А.С. – “Зоология институты” гидробиология және экотоксикология зертханасының ғылыми қызметкер (Алматы, Қазақстан, email: serikova.aiz@mail.ru)

**Information about authors:**

Romanova S.M. (corresponding author) – Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, “Institute of Zoology” (Almaty, Kazakhstan, email: sofyaarom@mail.ru)

Krupa Ye.G. – Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, “Institute of Zoology” (Almaty, Kazakhstan, email: elena\_krupa@mail.ru)

Serikova A.S. – Researcher at the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology, “Institute of Zoology” (Almaty, Kazakhstan, email: serikova.aiz@mail.ru)

Поступила: 14 декабря 2023 года

Принята: 16 июня 2024 года

L.Kh. Akbayeva<sup>1\*</sup>, Zh.U. Bakeshova<sup>1</sup>, N.S. Mamytova<sup>2</sup>,  
A.B. Abzhalelov<sup>1</sup>, D.O. Yevneyeva<sup>1</sup>, Zh. Rakymzhan<sup>1</sup>,  
A.N. Tazhen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan

\*e-mail: akbaeva659@mail.ru

## THE ABILITY OF NATURAL WATERS TO SELF-PURIFY, DEPENDING ON THE DEGREE OF CHEMICAL POLLUTION

Self-purification in surface waters involves many components of the aquatic ecosystem, among which aquatic microorganisms play an important role, which perform the function of primary oxidation or reduction of pollutants entering the reservoir. However, a number of chemicals that pollute lakes and rivers inhibit the activity of bacterioplankton. This leads to the fact that the ability of the reservoir to self-cleaning is sharply violated and its degradation occurs. The activity of the process of destruction of organic substances can be judged by the oxygen parameters in the water of rivers and lakes. The purpose of this work was to study the effect of general chemical pollution of substances in natural water bodies on the ability of self-purification due to microorganisms.

To assess the ability of water bodies to self-purify, the R/BOD ratio was used. The functional activity of microorganisms in the samples was assessed by their ability to reduce the ratio of dissolved oxygen on the first day  $R_1/BOD_1$  and on the fifth day  $R_5/BOD_5$  in the presence of test pollutants: gasoline, surfactant and antibiotic.

It was shown that the decrease in the self-cleaning ability of natural waters under the influence of various pollutants from bioorganic pollution both in the river and in the lake is of a general nature. In a comparative study of the degree of suppression of heterotrophic destruction in lake and river water for gasoline, Fairy detergent and antibiotic Ospamox 250 mg, the latter most sharply reduces the ability of water bodies to bioorganic destruction at a dilution of 1:999, and at a dilution of 1:99 completely destroys it.

The second most inhibiting natural water self-purification agent is Fairy detergent. When diluted 1:9 and 1:99 Fairy reduces self-cleaning ability to zero on the fifth day.

Gasoline is capable of suppressing self-purification only in relatively large quantities: 1:9 in relation to water.

**Key words:** self-purification, bacterioplankton, dissolved oxygen, BOD, surfactant.

Л.Х. Акбаева<sup>1\*</sup>, Ж.У. Бакешова<sup>1</sup>, Н.С. Мамытова<sup>2</sup>,  
А.Б. Абжалелов<sup>1</sup>, Д.О. Евнеева<sup>1</sup>, Ж. Рахымжан<sup>1</sup>, А.Н. Тәжен<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақ технология және бизнес университеті, Астана қ., Қазақстан

\*e-mail: akbaeva659@mail.ru

### Химиялық ластану дәрежесіне байланысты табиғи сулардың өзін-өзі тазарту қабілеті

Жер үсті суларының өздігінен тазаруына су экожүйесінің көптеген компоненттері қатысады, оның ішінде су қоймасына түсетін ластаушы заттарды бастапқы тотықтыру немесе тотықсыздандыру қызметін атқаратын су микроағзалары үлкен роль атқарады. Алайда көлдер мен өзендерді ластайтын бірқатар химиялық заттар бактериопланктонның белсенділігін төмендетеді. Бұл су қоймасының өздігінен тазару қабілетін бұзады және оның деградациясының орын алуына әкеледі. Органикалық заттардың бұзылу процесінің белсенділігін өзендер мен көлдердің суындағы оттегі көрсеткіші арқылы бағалауға болады. Жұмыстың мақсаты табиғи су қоймаларындағы жалпы химиялық ластанудың микроағзалар есебінен судың өздігінен тазару қабілетіне әсерін зерттеу.

Су қоймасының өздігінен тазару қабілетін бағалау үшін R/OBҚ қатынасын қолдандық. Сынамалардағы микроағзалардың функциональдық белсенділігін тестілік ластаушы заттар: жанармай, ББЗ және антибиотик қатысында бірінші күнгі  $R_1/OBҚ_1$  және бесінші күнгі  $R_5/OBҚ_5$  еріген оттегі қатынасын төмендету қабілетімен бағаладық.



Өзенде де, көлде де әртүрлі ластанушы заттардың әсерінен биоорганикалық ластанудан табиғи сулардың өзін-өзі тазарту қабілетінің төмендеуі жалпы сипатқа ие екендігі көрсетілген.

Жанармай, жуғыш зат Fairy және Оспамокс 250 антибиотигін қосып, өзен және көл суларындағы гетеротрофты деструкцияның төмендеу дәрежесін салыстырмалы анықтауда, соңғысы яғни антибиотик 1:999 сұйылту кезінде су қоймасының биоорганикалық деструкцияға қабілетін жылдам төмендетеді, ал 1:99 сұйылту кезінде оны толығымен жояды.

Табиғи сулардың өзін-өзі тазартуының ең тежегіш құралы Fairy жуғыш заты. 1:9 және 1:99 сұйылтылған кезде Fairy бесінші күні өзін-өзі тазарту қабілетін нөлге дейін төмендетеді.

Жанармай салыстырмалы түрде көп мөлшерде ғана өзін-өзі тазарту қабілетін басуға қабілетті: сумен 1:9 қатынасында.

**Түйін сөздер:** өзін-өзі тазарту, бактериопланктон, еріген оттегі, ОБК, ББЗ.

Л.Х. Акбаева<sup>1\*</sup>, Ж.У. Бакешова<sup>1</sup>, Н.С. Мамытова<sup>2</sup>,  
А.Б. Абжалелов<sup>1</sup>, Д.О. Евнеева<sup>1</sup>, Ж. Рахымжан<sup>1</sup>, А.Н. Тажен<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский университет технологии и бизнеса, г. Астана, Казахстан

\*e-mail: akbaeva659@mail.ru

### Способность природных вод к самоочищению в зависимости от степени химического загрязнения

В самоочищении в поверхностных водах участвуют многие компоненты водной экосистемы, в числе которых большую роль играют водные микроорганизмы, которые выполняют функцию первичного окисления или восстановления поступающих в водоем загрязняющих веществ. Однако ряд химических веществ, загрязняющих озера и реки, подавляют активность бактериопланктона. Это приводит к тому, что способность водоема к самоочищению резко нарушается и происходит его деградация. Об активности процесса разрушения органических веществ можно судить по кислородным показателям в воде рек и озер. Целью данной работы являлось изучение влияния общего химического загрязнения веществ в природных водоемах на способность самоочищения за счет микроорганизмов.

Для оценки способности водоемов к самоочищению использовали соотношение R/БПК. Функциональную активность микроорганизмов в пробах оценивали по их способности снижать соотношение растворенного кислорода в первый день  $R_1/БПК_1$  и на пятый день  $R_5/БПК_5$  в присутствии тестовых загрязняющих веществ: бензина, ПАВ и антибиотика.

Было показано, что снижение самоочищающей способности природных вод под воздействием различных загрязнителей от биоорганических загрязнений как в реке так и в озере имеет общий характер. При сравнительном изучении степени подавления гетеротрофной деструкции в воде озера и реки для бензина, моющего средства Fairy и антибиотика Оспамокс 250 мг, последний наиболее резко снижает способность водоемов к биоорганической деструкции при разведении 1:999, а в разведении 1:99 полностью уничтожает его.

Второе наиболее ингибирующее средство самоочищения природных вод – моющее средство Fairy. При разбавлении 1:9 и 1:99 Fairy сводит способность к самоочищению к нулю на пятый день.

Бензин способен к подавлению самоочищения только при сравнительно больших его количествах: 1:9 в соотношении с водой.

**Ключевые слова:** самоочищение, бактериопланктон, растворенный кислород, БПК, ПАВ.

## Introduction

The increase in water pollution by various chemicals is aggravated every year throughout the world and, in particular, in the Republic of Kazakhstan [1].

In the State program of water resources management of the Republic of Kazakhstan for 2014-2040 “The problem of water security in the conditions of limited and vulnerable water resources is considered as a threat to the national security of the state” [1].

The state of rivers and lakes is influenced by a number of factors, both natural-climatic and anthro-

pogenic. A dangerous cause of degradation of water resources are chemical, biological and other types of pollution. Most chemical pollutants cause both a direct deterioration in water quality, the death of aquatic organisms, and are the cause of a decrease in the potential for self-purification of water bodies and watercourses [2,3].

Self-purification in surface waters is a complex process involving many components of the aquatic ecosystem, the main of which are microorganisms. They perform the function of primary oxidation or reduction of pollutants entering the reservoir [4].

However, a number of chemicals that pollute lakes and rivers inhibit the activity of bacterioplankton. This leads to the fact that the ability of the reservoir to self-cleaning is sharply violated and its degradation occurs.

The purpose of this work is to study the effect of general chemical pollution of substances in natural water bodies on the ability of self-purification due to bacterioplankton.

The goal set defines the following tasks:

- Determination of the class of pollution of water bodies by chemical indicators.
- Determination of the self-purification potential in the aquatic ecosystem of the Yesil River and Bolshoi Taldykol Lake by oxygen indicators.
- Study of the influence of a number of pollutants on the process of self-purification in natural water

### Objects of research and methods

The object of study of the self-cleaning ability of bacterioplankton in surface water bodies is the Yesil River and Bolshoy Taldykol Lake near Astana. Accordingly, the sampling coordinates are: the Esil River -51°05'25.1"N 71°43'19.2"E and Bolshoi Taldykol Lake -51°07'27"N 71°20'20"E.

Sampling was carried out in September 2022 at an air temperature of 26°C, water temperature in the river 10°C, in Taldykol Lake 14°C. Native samples were studied on the same day in the laboratory.

Hydrochemical studies of natural waters were an analysis of the content of anions – carbonates, bicarbonates, sulfates, chlorides, nitrates, phosphates, nitrites; and cations – calcium, magnesium, as well as dry residue, fluorine, total iron, chromium, nickel, zinc, manganese, surfactants, petroleum products, dissolved oxygen and suspended solids.

The water quality in Lake Taldykol and the Yesil River as water bodies for fishery purposes was determined [5]. According to the approved standards, Lake Taldykol belongs to class 5 of purity of reservoirs, where there is an excess of permissible concentrations of substances such as chlorides 4839.0 mg/dm<sup>3</sup> (MPC-350 mg/l), sulfates 3992.0 mg/dm<sup>3</sup> (MPC 250), ammonium salt 5.4 mg/dm<sup>3</sup> (MPC 1), BOD<sub>5</sub> 30.0 (MPC 6), COD 143.4 mg/dm<sup>3</sup> (MPC 30), total iron 3.09 mg/dm<sup>3</sup> (MPC 0.3). According to monitoring data from official sources, as of October 2022, the Yesil River belongs to class 3 of purity of reservoirs. The main pollutant in the Yesil River are magnesium. (magnesium 32.602 mg/dm<sup>3</sup> (MPC 30) [6]. (Table 1).

**Table 1** – Hydrochemical components in the surface waters of the Akmola region

| Name of the defined indicator | Unit of measurement | MPC      | Actual value/ multiplicity of exceeding MPC |            |
|-------------------------------|---------------------|----------|---|------------|
|                               |                     |          | The name of the selection point             |            |
|                               |                     |          | Lake Taldykol                               | Esil river |
| 1                             | 2                   | 3        | 4   | 5          |
| pH                            | -                   | 6.5-8.5  | 7.14  | 7.993      |
| Suspended substances          | mg /dm <sup>3</sup> | -        | 380.0                                       | 4.695      |
| Dry residue                   | mg /dm <sup>3</sup> | 1000     | 19044.0                                     | 320        |
| Chlorides                     | mg /dm <sup>3</sup> | 350      | 4839.0                                      | 188.76     |
| Sulfates                      | mg /dm <sup>3</sup> | 250-1500 | 3992.0                                      | 157.415    |
| Hydrocarbonates               |                     | -        | -   | 171,571    |
| Phosphates                    | mg /dm <sup>3</sup> | 3.5      | 0.63  | 0.167      |
| Total phosphorus              | mg /dm <sup>3</sup> | -        | 0.1-1                                       | 0.359      |
| Total hardness                | mg /dm <sup>3</sup> | 7.0      | 96.0  | 9.3        |
| Ammonium saline               | mg /dm <sup>3</sup> | 0.5-2.6  | 5.64  | 0.211      |
| Nitrites                      | mg /dm <sup>3</sup> | 0.1-5    | 0.224                                       | 0.006      |
| Nitrates                      | mg /dm <sup>3</sup> | 40-45    | 6.64  | 0.355      |
| COD                           | mg/dm <sup>3</sup>  | 5-35     | 143.4                                       | 22.229     |
| BOD <sub>5</sub>              | mg /dm <sup>3</sup> | 3-6      | 30,0  | 1.603      |
| APAV                          | mg /dm <sup>3</sup> | 0.1-0.5  | 0.40  | 0,02       |
| Chlorides Common iron         | mg /dm <sup>3</sup> | 0.2-0.3  | 3.09  | 0.014      |

Table continuation

| Name of the defined indicator | Unit of measurement | MPC        | Actual value/ multiplicity of exceeding MPC |            |
|-------------------------------|---------------------|------------|---|------------|
|                               |                     |            | The name of the selection point             |            |
|                               |                     |            | Lake Taldykol                               | Esil river |
| 1                             | 2                   | 3          | 4   | 5          |
| Fluorides                     | mg /dm <sup>3</sup> | 0.75-2.1   | 1.50  | 0.290      |
| Manganese                     | mg /dm <sup>3</sup> | 0.01-0.1   | 0.040                                       | 0.002      |
| Magnesium                     | mg /dm <sup>3</sup> | 20-100     | -   | 32.602     |
| Calcium                       | mg /dm <sup>3</sup> | -          | -   | 77.468     |
| Chromium                      | mg /dm <sup>3</sup> | 0.1-0.55   | 0.013                                       | 0.001      |
| Zinc                          | mg /dm <sup>3</sup> | 0.3-5      | 0.068                                       | 0.013      |
| Nickel                        | mg /dm <sup>3</sup> | 0,05-0,2   | 0,059                                       | -          |
| Copper                        | mg /dm <sup>3</sup> | 0.05-1     | -   | 0.002      |
| Lead                          | mg /dm <sup>3</sup> | 0.006-0.05 | -   | 0.001      |
| Oil Products                  | mg /dm <sup>3</sup> | 0,05-0,3   | 0,259                                       | 0.02       |
| Alkalinity                    | mg /dm <sup>3</sup> | -          | 4,90  | -          |
| Water quality classes         |                     |            | 5 classes                                   | 3 classes  |

The activity of the process of destruction of organic substances can be judged by the oxygen parameters in the water of rivers and lakes [7,8]. The total amount of oxygen in water is formed from dissolved atmospheric oxygen, and also as a product of photosynthesis of aquatic vegetation.

If part of the oxygen goes to the respiration of hydrobionts, then the other part is involved in the processes of chemical decomposition of substances. In ecologically safe reservoirs, the content of total oxygen in water always exceeds BOD<sub>1</sub>, and in some cases even BOD<sub>5</sub>. In this regard, the ratio of dissolved oxygen to BOD<sub>5</sub> can be conditionally taken as a criterion for assessing the ability of a reservoir to self-cleanse: the more intense photosynthesis in a reservoir, the more oxygenated the water, and the processes of destruction of pollution occur faster.

To assess the ability of water bodies to self-purify, the R/BOD ratio was used, which to a greater extent reflects the functional ability of heterotrophic bacterioplankton to self-purify [9]. Here R is the content of dissolved oxygen in water, BOD is the biological oxygen demand.

The functional activity of bacterioplankton in the samples was assessed by its ability to reduce the ratio of dissolved oxygen on the first day R<sub>1</sub>/BOD<sub>1</sub> in the presence of test pollutants: gasoline, surfactant and antibiotic for five days to R<sub>5</sub>/BOD<sub>5</sub>.

A-92 gasoline, surfactant – detergent “Fairy”, and antibiotic “Ospamox” 250 mg were used in final dilutions 1:9, 1:99. And for the antibiotic “Ospamox” 250 mg, a dilution of 1:999 was also

taken, since the antibiotic is the most aggressive biocide for microorganisms. No contaminants were added to the control sample.

If chemical pollution in a natural reservoir suppresses the vital activity of bacterioplankton, then with the addition of test substances, its functional activity will be further reduced, and the R<sub>5</sub>/BOD<sub>5</sub> ratio should decrease sharply. And vice versa: in a favorable natural environment, the functional capacity of bacterioplankton will remain high and the values of R<sub>5</sub>/BOD<sub>5</sub> after the addition of test substances after a temporary decrease will recover after some time.

The mass concentration of dissolved oxygen and biochemical oxygen demand (BOD<sub>5</sub>) were determined by the Winkler method [10]. Guiding document RD 52.24.420-2006, «Biochemical oxygen demand in waters. Methodology for performing measurements by the bottle method».

The mass concentration of oxygen dissolved in water X, mg/dm<sup>3</sup>, was found by the formula:

$$X = \frac{M \cdot C_m \cdot V_m \cdot V \cdot 1000}{50 \cdot (V - V_1)} \quad (1)$$

where M is the molar mass of KVE oxygen, equal to 8 mg / mol;

C<sub>m</sub> - concentration of sodium thiosulfate solution, mol/dm<sup>3</sup> KVE;

v<sub>m</sub> is the volume of sodium thiosulfate solution used for titration, cm<sup>3</sup>;

$V$ -capacity of the oxygen bottle,  $\text{cm}^3$ ;

$V_1$  is the total volume of solutions of manganese chloride and potassium iodide added to the flask during the fixation of dissolved oxygen,  $\text{cm}^3$ .

$\text{BOD}_{5r}$ ,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , for undiluted samples (or biochemical oxygen demand of dilution water ( $\text{BOD}_{5R}$ ),  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), was found by the formula:

$$\text{BOD}_5 = X_n - X_k \text{ or } \text{BOD}_5^R = X_n - X_k \quad (2),$$

where  $X_n$  is the mass concentration of dissolved oxygen in the sample of analyzed water (or diluting water) before incubation,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ;

$X_k$  – mass concentration of dissolved oxygen in the sample of analyzed water (or diluting water) after 5 days of incubation,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ;

Biochemical oxygen demand  $\text{BOD}_{5r}$ ,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , for diluted samples was found by the formula:

$$\text{BOD}_5 = (X_n - X_k) \cdot R - \text{BPK}_5^R (R-1) \quad (3),$$

where  $X_n$  is the mass concentration of dissolved oxygen in the sample of analyzed water (or diluting water) before incubation,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ;

$X_k$  – mass concentration of dissolved oxygen in the sample of analyzed water (or diluting water) after 5 days of incubation,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ;

$\text{BOD}_{5r}$  – biochemical oxygen demand in dilution water samples,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ;

$P$  is the degree of sample dilution, equal to  $1000/V$ , where  $V$  is the volume of analyzed water in  $1 \text{ dm}^3$  of the mixture after sample dilution.

## Research results

The influence of a number of pollutants on the ability of bacterioplankton to self-purify the Yesil River and Taldykol Lake is shown in Table 2.

A comparative analysis of the degree of influence of three different pollutants on the self-cleaning capacity of the Yesil River and Taldykol Lake in terms of oxygen content showed the following results.

From the control sample in the Yesil River, where we did not add any pollutants, it can be seen that in the control river water on the first day the self-cleaning capacity was 1.096. Then, after five days, it did not decrease, but even slightly improved due to the fact that the bacterioplankton continued to develop, and thus the self-purifying ability of the water improved to 1.296.

In the control sample of Lake Taldykol, during natural self-purification, the ratio  $R_1/\text{BOD}_1$  increased from 1.028 to 1.471 ( $R_5/\text{BOD}_5$ ) after five days. Thus, it can be said that in both reservoirs, both in the river and in the lake, the processes of self-purification are

not disturbed and the hydrochemical composition of the water in them does not suppress the activity of bacterioplankton.

Quite different results were obtained in other experimental samples.

In a water sample from the Yesil River diluted with gasoline to 1 part gasoline and 9 parts water, the biological oxygen consumption was still 1.036 during the first day. But then, five days later, the self-cleaning capacity of the reservoir dropped to zero. This suggests that in our sample with a high content of gasoline, the bacterioplankton completely died because the oxygen content in the water dropped critically, the ability to self-purify is zero.

With a small content of gasoline in water (dilution 1:99), on the first day the self-cleaning ability was equal to 1.106. Five days later, the oxygen content dropped to 0.271. The self-cleaning ability this time is not zero, but compared to pure water has decreased by 6 times.

Samples of water with gasoline in Taldykol Lake also showed that the content of gasoline in water 1:9 is detrimental to bacterioplankton. If on the first day the oxygen content decreased from 17.8 (in pure water) to 9.1, then on the fifth day all oxygen was completely wasted and the self-cleaning ability was equal to zero.

When gasoline 1:99 was added to the water sample, oxygen was preserved on the fifth day and the self-cleaning ability was at the level of 0.263, which is also almost six times lower than in the control sample.

The experiment with gasoline in the river and in the lake showed identical results: the lake and the river cannot cope with a large amount of gasoline, since the film formed completely blocks the access of oxygen and the bacterioplankton dies. With a low gasoline content of 1:99, the self-purifying potential of water bodies is preserved, probably due to the oil-degrading fraction in the composition of bacterioplankton, but is suppressed compared to control water.

In the third sample of water from the Yesil River, with the addition of the detergent "Fairy" at its high content in a dilution of 1:9, as well as with a low content in a dilution of 1:99, the self-cleaning ability still remains equal to 1.166 and 1.104 during the first day, but after five days the oxygen concentration dropped absolutely to zero in both cases. After five days, the ability to self-purify was absent. Heterotrophic bacterioplankton against the background of the hydrochemical composition in the Yesil River loses its activity and the addition of a surfactant completely suppresses the river's ability to self-purify.

Table 2 – Indicators of water's ability to self-clean in 1 day and 5 days

| Sample                            | River Yesil    |                  |                |                  |                                  |                                  | Lake Taldykol  |                  |                |                  |                                  |                                  |
|-----------------------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                   | R <sub>1</sub> | BOD <sub>1</sub> | R <sub>s</sub> | BOD <sub>s</sub> | R <sub>1</sub> /BOD <sub>1</sub> | R <sub>s</sub> /BOD <sub>s</sub> | R <sub>1</sub> | BOD <sub>1</sub> | R <sub>s</sub> | BOD <sub>s</sub> | R <sub>1</sub> /BOD <sub>1</sub> | R <sub>s</sub> /BOD <sub>s</sub> |
| Water                             | 13.6±1.08      | 12.4±1.09        | 7.0±0.79       | 5.4±0.61         | 1.096                            | 1.296                            | 17.8±1.18      | 17.3±1.13        | 10.3±1.06      | 7.0±0.78         | 1.028                            | 1.471                            |
| Casoline A-92 (1:9)               | 8.6*±0.74      | 8.3*±0.91        | 0              | 8.3              | 1.036                            | 0                                | 9.1*±0.95      | 7.4**±0.71       | 0              | 7.4±0.79         | 1.229                            | 0                                |
| Casoline A-92 (1:99)              | 8.3*±0.91      | 7.5*0.72         | 1.6**±0.48     | 5.9±0.73         | 1.106                            | 0.271                            | 12.3*±1.06     | 11.5±1.05        | 2.4**±0.15     | 9.1±1.01         | 1.069                            | 0.263                            |
| Surfactant Fairy (1:9)            | 6.3**±0.54     | 5.4**±0.42       | 0              | 5.4±0.42         | 1.166                            | 0                                | 7.8**±0.75     | 6.6**±0.71       | 4.1*±0.36      | 2.5**±0.15       | 1.181                            | 1.6                              |
| Surfactant Fairy (1:99)           | 7.4*±0.73      | 6.7*±0.55        | 0              | 6.7±0.53         | 1.104                            | 0                                | 12.4±1.06      | 7.8*±0.65        | 2.0**±0.12     | 5.8±0.46         | 1.589                            | 0.344                            |
| Antibiotic Ospamox 250 mg (1:99)  | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                                | 0                                | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                                | 0                                |
| Antibiotic Ospamox 250 mg (1:999) | 6.2**±0.57     | 5.4**±0.48       | 2.9**±0.12     | 5.4±0.45         | 1.148                            | 0.537                            | 12.8±1.09      | 12.4±1.06        | 0              | 12.4±1.08        | 1.032                            | 0                                |

\*p&lt;0.05 \*\*p&lt;0.01

Lake Taldykol in the experiment with detergent “Fairy” results are different. The addition of surfactants at both concentrations of 1:9 and 1:99, although it reduced the amount of oxygen, did not completely suppress the ability of the reservoir to self-purify.

In the fourth experiment, where we tested the action of the antibiotic Ospamox 250 mg. With a high content of the antibiotic in a dilution of 1:99, all indicators fell to zero already on the first day, both in the river and in the lake. The oxygen content could drop due to its toxicity to phytoplankton, which completely lost their viability. At the same time, bacterioplankton also died, and instantaneous biodegradation began, which also reduced the level of oxygen. And after five days, the ability to self-purify, respectively, fell to zero.

However, in the Yesil River, if the antibiotic was added in very small quantities at a dilution of 1:999, then on the first day the self-purification ability still remained close to normal, equal to 1.148, but after five days it still halved and became equal to 0.537.

In the Taldykol lake, a high dose of the antibiotic caused the same effect as in the river, but at a dilution

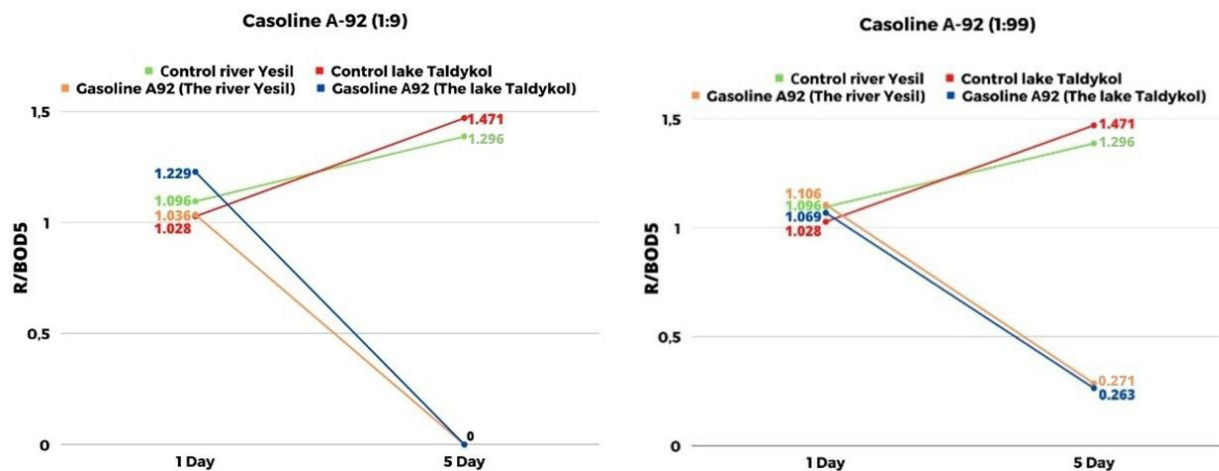
of 1:999, the self-cleaning ability remained only for 1 day, on the 5th day it was equal to zero.

Based on the results of the experiment, we can conclude that in terms of the degree of suppression of heterotrophic destruction, and hence the suppression of natural waters for self-purification, the studied antibiotic Ospamox 250 mg ranks first among the studied substances, since even at a dilution of 1:999 it sharply reduces the ability reservoirs to biorganic destruction, and in a dilution of 1:99 it completely destroys it.

The second most inhibiting natural water self-purification agent is Fairy detergent. When diluted 1:9 and 1:99 Fairy reduces self-cleaning ability to zero on the fifth day. Since many detergent-type surfactants have a similar structure to “Fairy”, this conclusion is also true for them.

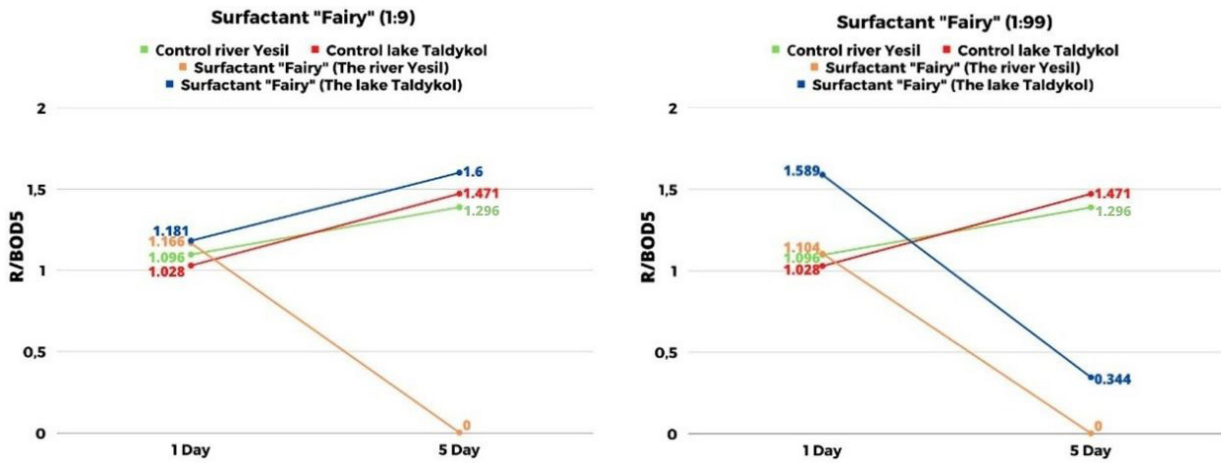
Gasoline is capable of suppressing self-purification only if it is used in large enough quantities: 1:9 in relation to water. Most likely, the mechanism of its action is not so much related to toxicity, but to its ability to block the access of oxygen to water.

The results obtained are presented in Figure 1.2.3.



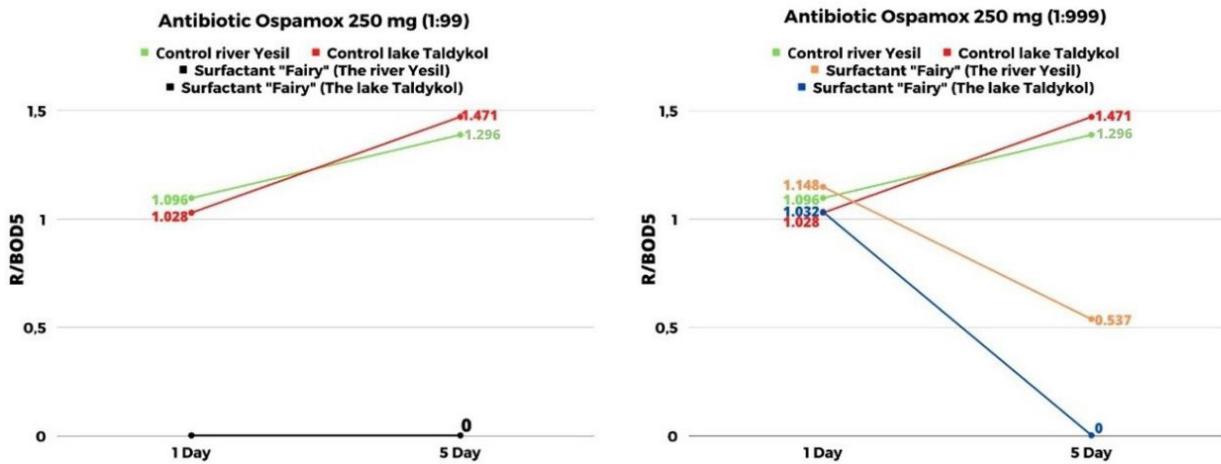
a b

Figure 1 – Self-cleaning ability of surface waters with the addition of test substances:  
A). Casoline-1:9, B).Casoline -1:99



a b

Figure 2 – Self-cleaning ability of surface waters with the addition of test substances:  
A).Surfactant “Fairy” -1:9, B).Surfactant “Fairy” -1:99



a b

Figure 3 – Self-cleaning ability of surface waters with the addition of test substances:  
A).Antibiotic Ospamox 250 mg-1:99, B).Antibiotic Ospamox 250 mg-1:999

The ability of water to self-purify is largely related to the processes of photosynthetic activity of aquatic plants and the destructive ability of heterotrophs, which use oxygen for this [9,11,12]. In this regard, to assess the ability of water bodies to self-purify, we can make an assumption: the more water is saturated with oxygen (R), and the less oxygen is required for the destruction of organic matter (BOD<sub>1</sub> or BOD<sub>5</sub>), the higher the potential for self-purification of water bodies. In this case, the ratio of the amount of dissolved oxygen R and BOD<sub>5</sub> can be used as an indicator of the self-cleaning potential: the higher the R/BOD<sub>5</sub> ratio, the higher the

self-cleaning ability of the reservoir, and vice versa – the lower the ratio, the worse the self-cleaning ability of the reservoir [13].

### Conclusion

1.The decrease in the self-cleaning ability of natural waters under the influence of various pollutants from bioorganic pollution both in the river and in the lake is of a general nature.

2.In a comparative study of the degree of suppression of heterotrophic destruction in lake and river water for gasoline, Fairy detergent and antibiotic

Ospamox 250 mg, the latter most sharply reduces the ability of water bodies to bioorganic destruction at a dilution of 1:999, and at a dilution of 1:99 completely destroys it.

3. The second most inhibiting natural water self-purification agent is Fairy detergent. When diluted 1:9 and 1:99 Fairy reduces self-cleaning ability to zero on the fifth day.

4. Gasoline is capable of suppressing self-purification only in sufficiently large quantities: 1:9 in relation to water.

Application of the research results: in assessing the impact of various types of pollutants from industrial, agricultural, municipal facilities, transport

on the ecological state of lakes and rivers. And also for scientific purposes, where the characteristics of pollutants are required that affect the self-cleaning ability of surface waters.

The work was carried out as part of a grant funding project for scientific and (or) scientific and technical projects for 2022-2024 of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan: «Identification of the hydrobiocenosis of Lake Big Taldykol as a factor of ecological sustainability of the ecosystem and the application of isolated bacterial cultures for water purification in the lake». № IRN: AP14871346.

### References

1. Decree of the President of the Republic of Kazakhstan. On the State Program for the Management of Water Resources of Kazakhstan and making additions to the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated March 19, 2010 No. 957 «On Approval of the List of State Programs»: approved. April 4, 2014, No. 786 (repealed on February 14, 2017, No. 420) // <https://egov.kz/05.02.2020>.
2. V.Yu. Vishnevetsky, Yu.M. Vishnevetsky To the question of influence of hydrobionts on quality of water in water objects. Izvestiya SFedU. Engineering sciences. - 2011. -P. 145-152
3. Ostroumov S. A. Preservation of water quality and improvement of the system of principles for analyzing the environmental hazard of anthropogenic impacts on water ecosystems // Water economy of Russia: problems, technologies, management. – 2004. – № 6. – P. 617-632.
4. Shirokova L.S. Dobrodeeva L.K. Role of bacterioplankton in the natural purification processes of Rotkovetsky lakes (Konoshsky region) // Arctic Environmental Research, – 2006. –P. 115-122
5. A unified system for classifying water quality in water bodies by order of the Chairman of the Committee on Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated November 9, - 2016. -№. 151.
6. Information bulletin of the environmental monitoring department, RSE Kazhydromet on the state of the environment of the city of Astana and Akmola region Issue 10. - 2022.
7. Podlipenskaya L. E., Bakumenko Yu. S. // Research on eutrophication and self-purification processes in water bodies. Ecological Bulletin of Donbass. -2021. -№ 1 -P.10-18
8. Hurina, O.V., Saushkina, L.N., Kuzyakina, T.I. // Estimation of the ecological status of freshwater hydroecosystems under anthropogenic load // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. -№ 12, -2010 -P.26–31.
9. N.S.Mamytova, L.H.Akbaeva, A.Zh. Zhumabekova, E.A. Tulegenov, B.N. Aubakirova. The study of self-treatment capacity of water bodies by annual average indices in Akmola region // Bulletin of Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series. № 4 (92)/-2018. -P.39-45. ISSN 2518-7201
10. GD 52.24.420-2006, “Biochemical oxygen consumption in waters. Methodology for performing measurements using the flask method.”
11. Akbaeva L. et al. Study of the self-cleaning ability of reservoirs and reservoirs of the Arshaly district of the Akmola region // Ecological management and tourism. – 2020. – Vol. 11. – № 5. – P. 1095-1104.
12. Akbayeva L, Muratov R, Zhamangara A, Beisenova R, Zhantokov B. Seasonal dynamics of phytoplankton and bacterial plankton characteristics in Esil river // Biosciences Biotechnology Research Asia Volume 11/3, P 1087 – 1093 1 December 2014, ISSN 09731245. DOI: 10.13005/bbra/1493
13. L. Kh. Akbayeva, N. S. Mamytova, E. A. Tulegenov, G.A. Adilbektegi, K. Szoskiewicz Sonal dynamics of self-purification ability of reservoirs of Akmola region. Hydrometeorology and ecology № 2 2019, P 126-135

#### **Авторлар туралы мәлімет:**

*Ақбаева Лейля Хамидуллаевна (корреспондент-автор) – биология ғылымдарының кандидаты, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы басқару және инжиниринг кафедрасының доценті (Астана, Қазақстан, электрондық пошта: akbaeva659@mail.ru)*

*Бакешова Жумабике Уалихановна – Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы басқару және инжиниринг кафедрасының 3 курс PhD студенті (Астана, Қазақстан, электрондық пошта: Bakeshova.z@yandex.ru)*

*Мамытова Нургуль Сагиевна – PhD, Қазақ Технология Және Бизнес Университетінің Химия, Химиялық Технология және Экология кафедрасының доценті (Астана, Қазақстан, электрондық пошта: mamytovanur@gmail.com)*



*Абжалелов Ахан Бегманович – Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы басқару және инжиниринг кафедрасының профессоры, биология ғылымдарының докторы (Астана, Қазақстан, электрондық пошта: ab\_akhan@mail.ru)*

*Евнеева Динара Оралбайқызы – Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы басқару және инжиниринг кафедрасы, экология және табиғатты пайдалануды басқару магистрі (Астана, Қазақстан, электрондық пошта: evdior1@gmail.com)*

*Рақымжан Жанар – Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы басқару және инжиниринг кафедрасының PhD докторанты (Астана, Қазақстан, электрондық пошта: r.zhanar80@mail.ru)*

*Тәжген Абай-Магистрант, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің қоршаған ортаны қорғау саласындағы басқару және инжиниринг кафедрасының магистранты (Астана, Қазақстан)*

**Information about authors:**

*Akbayeva Lyailya Khamidullaevna (corresponding author) – Cand. Biol.Sc., Associated Professor at the Department of Management and engineering in the field of environmental protection of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: akbaeva659@mail.ru)*

*Bakeshova Zhumabike Ualikhanovna – 3<sup>rd</sup> year PhD student at the Department of Management and engineering in the field of environmental protection of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: Bakeshova.z@yandex.ru)*

*Mamytova Nurgul Sagieva – PhD, Associate Professor at the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology of Kazakh University of Technology and Business (Astana, Kazakhstan, email: mamytovanur@gmail.com)*

*Abzhalelov Akhan Begmanovich – Doctor Biol.Sc., Professor at the Department of Management and engineering in the field of environmental protection of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: ab\_akhan@mail.ru)*

*Yevneyeva Dinara Oralbayevna – Master of Ecology and Environmental Management, Department of Management and Engineering in environmental protection of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: evdior1@gmail.com)*

*Rakymzhan Zhanar – PhD student Department of Management and Engineering in environmental protection of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: r.zhanar80@mail.ru)*

*Tazhen Abay – Master student, 7M05207-Natural Resources and Management, Department of Management and Engineering in environmental protection of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan)*

*Received: February 07, 2024*

*Accepted: June 17, 2024*

Z.B. Yessimsiitova<sup>1,2</sup>  A.A. Konysbayeva<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>LLC «Scientific production technical center “Jalyn”», Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: konysbaeva.aizhan@mail.ru

## MORPHOLOGICAL DESCRIPTION OF SECTIONS AND SELECTION OF SOIL SAMPLES IN ZHAMBYL REGION

Soil contamination with heavy metals, especially in the vicinity of large cities and industrial centers, has become one of the pressing environmental problems. Over the past ten years, the Republic of Kazakhstan has seen a moderate increase in industrial output, with coal production growing by 20%, crude oil and natural gas production by 19%, and metal ore production by 27%. Technogenic pollutants enter the soil in the form of complex organic and mineral compounds, as well as in a metallic state, with subsequent decomposition to simple elements or the formation of new compounds. All this directly affects the environment, deteriorating soil-ecological conditions, and reducing soil fertility. In this regard, we carried out an analysis of the ecology of the soil cover, assessed the condition of the soil and the problems of their solution in the Zhambyl region. Analysis of the study showed that the negative impact of emissions from industrial enterprises and the growing amount of emissions from mobile sources on soil and plants has a strong impact on the soil surface, devoid of vegetation and susceptible to erosion processes. The obtained research results will make it possible to satisfy the need for fertilizers through the use of local raw materials, ensuring the preservation of soil fertility, increasing crop productivity, and obtaining environmentally friendly products at significantly lower costs. The article shows the results of comparison with the surface of damaged and cut off points P-1, P-2, P-3, P-4. Violations of the soil-ecological function of technogenic landscapes destroyed by emissions from mining and metallurgical enterprises were identified.

**Key words:** heavy metals, soil, production, erosion, pollution.

З.Б. Есимсиитова<sup>1,2</sup>, А.Ә. Қонысбаева<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>«Жалын» ғылыми өндірістік-техникалық орталығы» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: konysbaeva.aizhan@mail.ru

### Жамбыл облысындағы бөлімдерді морфологиялық сипаттау және топырақ үлгілерін таңдау

Топырақтың ауыр металдармен ластануы, әсіресе ірі қалалар мен өнеркәсіп орталықтарының маңайында, өзекті экологиялық мәселелердің біріне айналды. Соңғы он жылда Қазақстан Республикасында өнеркәсіп өнімінің қалыптасуы өсуі байқалады, көмір өндіру 20%-ға, шикі мұнай мен табиғи газ өндіру 19%-ға, металл кенін өндіру 27%-ға өсті. Техногенді ластанушылар топыраққа күрделі органикалық және минералды қосылыстар түрінде, сондай-ақ металл күйінде, кейіннен жай элементтерге дейін ыдырай отырып немесе жаңа қосылыстардың түзілуімен түседі. Мұның бәрі қоршаған ортаға тікелей әсер етіп, топырақ-экологиялық жағдайды нашарлатып, топырақ құнарлығын төмендетеді. Осыған орай, топырақ жамылғысының экологиясына талдау жүргізіп, Жамбыл облысындағы топырақтың жай-күйі мен оларды шешу мәселелеріне баға бердік. Зерттеуді талдау өнеркәсіптік кәсіпорындар шығарындыларының кері әсері және жылжымалы көздерден шығарындылардың топырақ пен өсімдіктерге өсіп келе жатқан мөлшерінің өсімдіктерден айырылған және эрозия процестеріне бейім топырақ бетіне қатты әсер ететінін көрсетті. Алынған зерттеу нәтижелері жергілікті шикізатты пайдалану, топырақ құнарлығын сақтауды қамтамасыз ету, ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігін арттыру, айтарлықтай аз шығынмен экологиялық таза өнім алу арқылы тыңайтқыштарға деген қажеттілікті қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Мақалада P-1, P-2, P-3, P-4 зақымдалған және кесілген нүктелердің бетімен салыстыру нәтижелері көрсетілген. Тау-кен металлургия кәсіпорындарының шығарындылары нәтижесінде жойылған техногендік ландшафттардың топырақ-экологиялық функциясының бұзылуы анықталды.

**Түйін сөздер:** ауыр металдар, топырақ, өндіріс, эрозия, ластану.

З.Б. Есимсиитова<sup>1,2</sup>, А.А. Конысбаева<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>ТОО «Научный производственный технический центр «Жалын», г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: konysbaeva.aizhan@mail.ru

### Морфологическое описание разрезов и отбор почвенных образцов Жамбылской области

Загрязнение почв тяжелыми металлами, особенно в окрестностях крупных городов и промышленных центров, стало одной из актуальных экологических проблем. За последние десять лет в Республике Казахстан умеренно увеличился объем промышленности, например, рост добычи угля составил 20%, добыча сырой нефти и природного газа вырос 19%, а добыча металлических руд 27%. Вещества-загрязнители техногенного характера попадают в почву в виде сложных органических и минеральных соединений, а также в металлическом состоянии, с последующим разложением до простых элементов или образованием новых соединений. Всё это, напрямую влияет на экологию, ухудшению почвенно-экологического состояния, снижению плодородия почв. В связи с этим, нами проведен анализ экологии почвенного покрова, дана оценка состояния почвы и проблемы их пути решения Жамбылской области. Анализ исследования показал, что негативное воздействие выбросов промышленных предприятий и растущее количество выбросов от передвижных источников на почву и растения оказывает сильное влияние на поверхность почвы, лишена растительности и подвержена эрозионным процессам. Полученные результаты исследований позволяют удовлетворить потребность в удобрениях за счет использования местных сырьевых ресурсов, обеспечивающих сохранение плодородия почвы, повышение продуктивности культур, получение экологически безопасной продукции со значительно меньшими затратами. В статье показаны результаты сравнения с поверхностью нарушенных и обрезанных точками Р-1, Р-2, Р-3, Р-4. Были определены нарушения почвенно-экологической функции техногенных ландшафтов, разрушенных выбросами горно-металлургических предприятий.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почва, производство, эрозия, загрязнение.

### Introduction

Today, in relation to the environment, the concept of “global change” has appeared, directly related to climate change, soil and water air, improper use of land, and violation of biodiversity [1,2]. In total, 346 enterprises and organizations in the Republic are registered in the direction of man-made disturbance of land. According to the data, over the past year more than 55 thousand hectares of man-made destruction have been identified, and more than 1.0 thousand hectares of land have been reclaimed. Only 0.6 thousand hectares of land have been restored to a satisfactory level. More than 60% of Kazakhstan’s mining deposits are located in desert and desert areas. The work carried out on the reclamation of technogenic dumps of the Kokzhon phosphorite deposit in the Zhambyl region is the first management of afforestation of technogenic disturbed lands in desert and semi-desert zones [3]. The correct use of land and the formation of land management are very relevant for the economy and ecology of Kazakhstan.

The ecology of areas located in transition zones in desert and semi-desert environments is extremely resistant to various environmentally harmful factors. Therefore, in projects to restore the vegetation cover

of these areas, planting trees and shrubs, reclamation for agricultural use, and the formation of botanical gardens are one of the leading ways to improve the surface layer of embankments [4-6]. As a result of the disappearance of plant communities resistant to these zones in places of destruction of desert and semi-desert zones, the restoration of ecosystems takes a long time and causes difficulties in strategic management [7, 8].

Projects for agroecological reclamation of technogenic disturbed landscapes of mining production, graphical, linear, food chain, engineering, time projects [9]. Graphic and rectilinear design – full use of the terrain and earthen objects on which mining is carried out, and the implementation of local hydrological and climatic conditions with optimal distribution [10]. Designing food chains – reducing the toxicity of toxic substances to the population, taking measures to prevent and protect poisoning from various toxic substances [11]. Time project – stabilization of the time rhythm of local resources based on the results of the following agro-ecologically acceptable examinations [12-19].

It is important to determine the directions for the use of technogenic destroyed dumps of desert and semi-desert zones of the Zhambyl region and the formation of management. The region has a varied

soil cover. In the lower reaches of the Shu and Talas rivers, as well as in depressions of desert relief, takyrl-like soils and takyr are common. Deserts are characterized by gray-brown soils, loose-sandy and sandy gray soils, while foothills are characterized by gray soils. Landscape diversity and climatic features of the territory determine the species composition and distribution of flora and fauna. The soils in the north-northeast of the deposit are gray-chestnut xeromorphic and gray-chestnut poorly developed on crushed eluvium and eluvium-deluvium of dense rocks. In the east there are ordinary northern xeromorphic gray soils. The soils on the southern side are ordinary northern mountain sierozems. In terms of granulometric composition, these soils are medium loamy. The southern part of the Karatau foothill plain is composed of Carboniferous rocks, which mainly include conglomerates, calcareous-gypsum-bearing rocks, underlain by red-colored arkose sandstones, consisting of quartz and orthoclase grains. The grain size is the same as regular sand. and limestones with interlayers of shale and sandstone. These rocks are covered by a thin thickness of 0.5-1 m of eluvial-deluvial, loamy-crushed stone Quaternary formations. The eastern part of the plain is formed by alluvial-proluvial and deluvial deposits and loess-like loams. At the base of the sequence there are pebbles that come to the surface in modern alluvial fans of mountain streams. The cover suite of loess-like deposits increases in thickness with distance from the mountains. Based on the above, physicochemical and morphological results were carried out that can be used to develop measures to increase the productivity of arable land in conditions of pollution of the natural environment, technogenic impact on the soil, in industrial regions in establishing the degree of erosion processes and proposals for increasing soil fertility and productivity in agriculture. To carry out this work, the goal was to identify technogenically contaminated lands in the zone of an industrial enterprise in the Zhambyl region, lay sections with a morphological description and select soil samples for laboratory and analytical studies.

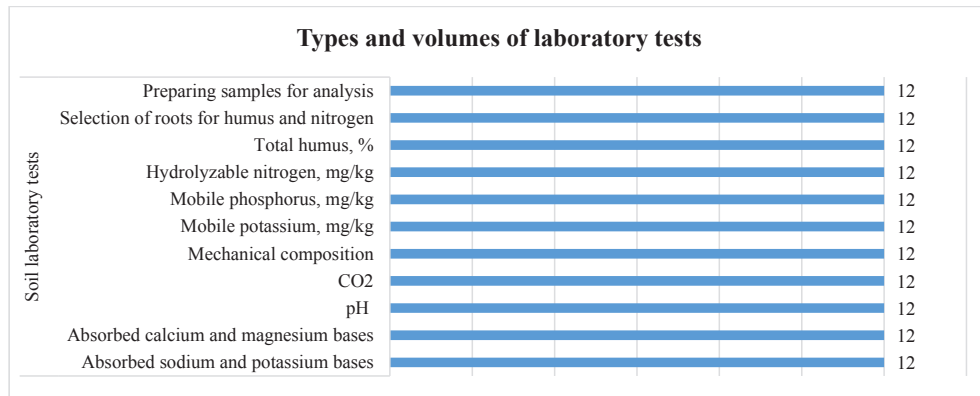
### Materials and methods

According to GOST 17.4.3.01–83, the size of the sample area and the number of samples met

the requirements. GOST 17.4.4.02–84 is intended to control general and local soil pollution in the area of influence of an industrial facility when assessing the qualitative condition and monitoring the condition of the fertile soil layer. To collect soil samples for the study, soil samples were collected randomly at equal distances. For more accurate results, 12 samples must be collected from each such area using a shovel with a depression about 30 centimeters long, after which a uniform layer of 4-5 centimeters was cut from the soil. Accurate soil sampling was carried out along the horizons. During the research, the content of heavy metals in the soil was checked for compliance with established standards; the total humus content in the resulting soil samples was total humus according to Tyurin [20]; gypsum according to I.N. Antipova-Karataeva and L.Y. Mamayeva [20]; total nitrogen according to Kyeldal [20]; hydrolysable nitrogen according to Tyurin and Kononova [20]; total phosphorus according to Michigan [20]; mobile phosphorus according to Michigan [20]; total potassium according to Michigan [21]; soil reaction according to the potenziometric method mobile potassium according to Michigan's method modified by Grabarov [20]; total carbonates by gas-volumetric method [22]; exchangeable basis (Ca, M, K, Na) according to Bobko & Askinazi [20] modified by Grabarov & Uvarova [20]; heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd) according to Soils. Determination of mobile compounds of manganese by Krupsky and Alexander method modification CINAO. N.A. [23]; granulometric composition according to Kachinsky [24]. The relief at the study site is uneven, the surface of the site is cut off at different levels. The thickness of layers A+B fluctuates on average between 45-50 cm. Soil profiles were laid, in which 12 soil samples were taken along genetic horizons with a continuous strip column for soil laboratory analyses.

### Results and Discussion

The results of laboratory studies serve as the basis for assessing the current state of the physical and mechanical properties of soils and agrochemical indicators based on the content of plant nutrients in them. The types and volumes of laboratory tests are shown in Figure 1.



**Figure 1** – Types and volumes of laboratory tests

Morphological description of sections and selection of soil samples in Zhambyl region:

**Soil profile 1**

*0-12 cm*, light gray-brown, moist, lumpy-powdery-silty structures, loam, thick and thin roots are well distributed, the transition is noticeable in density.

*12-31 cm*, grayish brown, slightly compacted, lumpy-silty, coprolites; root passages, wavy border, clear transition.

*31-50 cm*, light gray, dry, nutty-silty, loamy, compacted, riddled with root hairs, the transition is noticeable in its composition.

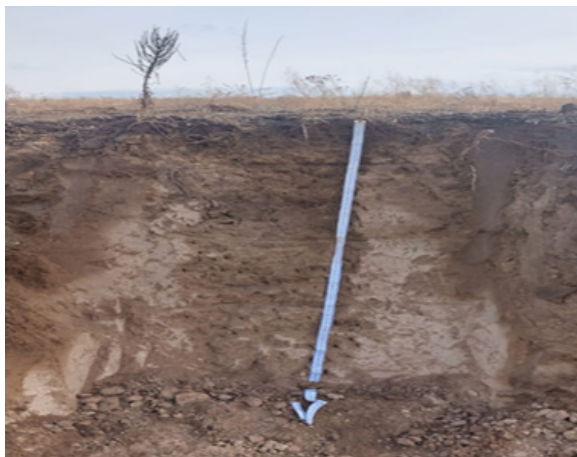
*50-75 cm*, light brown, nutty-silty, carbonate, loam, dry, dense, riddled with fine root hairs.

**Soil profile 2**

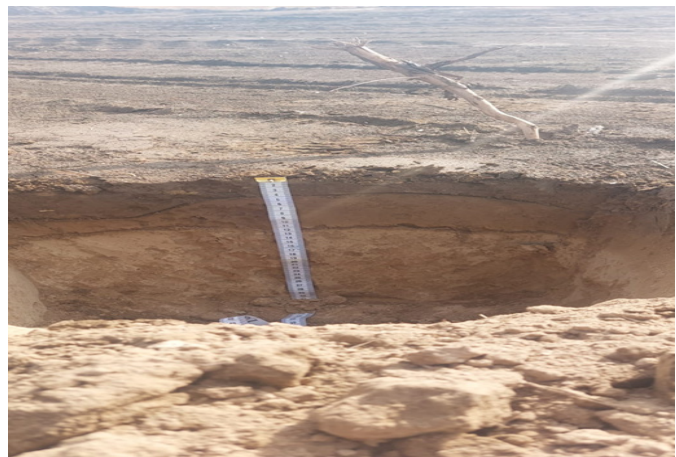
*0-5 cm*, light brown, moist, powdery-silty, loam, riddled with root hairs, the transition is noticeable by its structure.

*5-13 cm*, light gray, lumpy-silty, loamy, riddled with root hairs, the transition is noticeable in its composition.

*13-35 cm*, gray fawn, dry, powdery-silty, loam, riddled with root hairs, the transition is noticeable in density.



**Figure 2** – Morphological description of soil profile -1



**Figure 3** – Morphological description of soil profile – 2

**Soil profile 3**

*0-9 cm*, light brown, moist, fresh, lumpy, dusty, loam, riddled with root hairs, wavy border.

*9-40 cm*, light gray, dry, lumpy-silty, loamy, riddled with root hairs, the transition is noticeable in its build.



Figure 4 – Morphological description of soil profile -3

Soil profile 4

0-10 cm, light gray-brown, moist, lumpy-powdery silty structure, loam, the transition is noticeable in density.

10-33 cm, light gray with a brownish tint, dry, nutty-silty, loam, slightly compacted, riddled with root hairs, coprolites, the transition is noticeable in composition. Boils violently from HCl.

33-45 cm, gray fawn, dry, dense, loam, riddled with root hairs, the transition is noticeable in density.

Soil profile 1. The humus content in soil profiles (0-75cm) from the top to the bottom layer is 1.31-0.83%. Mobile nitrogen in the 0-12cm layer is low (33.6-0.83 mg/kg). In the lower layers (12-75 cm)

there is a very low content (0.83 mg/kg). Mobile phosphorus on average (16.0 mg/kg) is contained in the upper layer (0-12cm), very low (5.0 mg/kg) is contained in the lower layer (12-75cm). Mobile potassium in the upper layer (0-12cm) contains an increased 400.0 mg/kg, in the lower layer (12-75cm) it is low (130.0 mg/kg). The pH is 8.67-8.85. The amount of absorbed bases is 18.0 -15.3 mEq / 100 g. soil. CO<sub>2</sub> is 1.97-5.74. Carbonate content increases from the top layer to the bottom. All soil profiles are carbonate. Soil profiles by pH value are alkaline 8.64-8.865. Physical soil clay 45.4%, granulometric silty-silt, heavy loam (Figures 2, 3, 4).



Figure 5 – Morphological description of soil profile -4

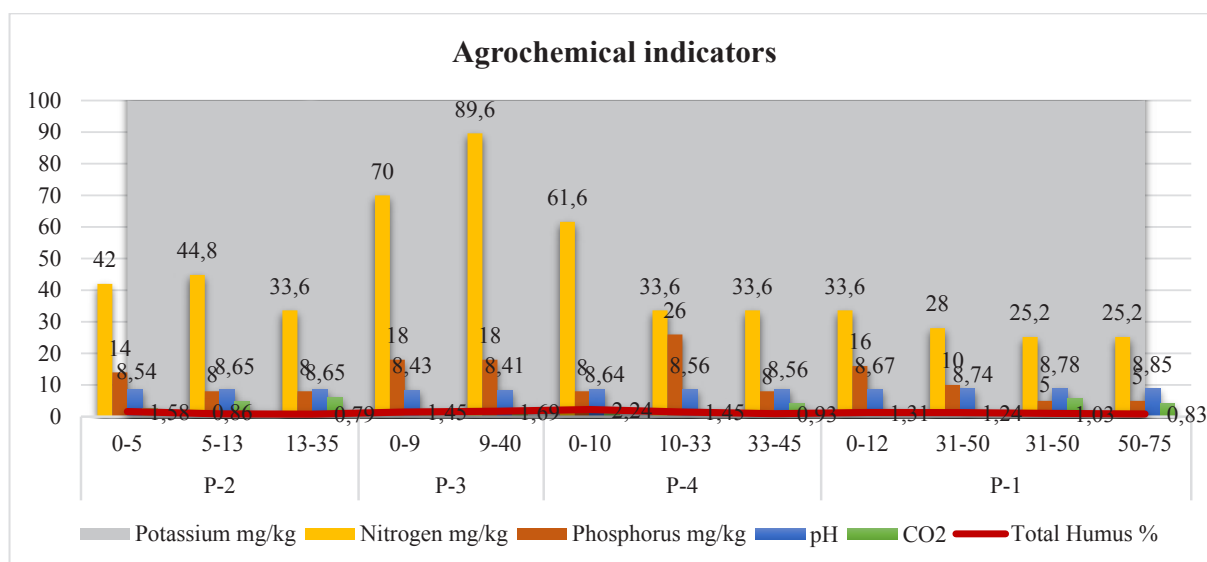


Figure 6 – Results of agrochemical properties of soil using the method of I.V. Tyurin

Soil profile 2. The humus content from the top to the bottom layers is 1.58-0.79%. Mobile nitrogen in the upper layer (0-5cm) is low (42.0 mg/kg), in the lower layer (5-35cm) it is low (44.8-33.6 mg/kg). Mobile phosphorus in the upper layer (0-5cm) is average (14.0 mg/kg), in the lower layer (5-35cm) it is very low (8.0 mg/kg). Mobile potassium in the upper layer (0-5cm) is medium (270.0 mg/kg), in the middle and lower layers (5-35cm) low (150-100 mg/kg). The amount of absorbed bases is 18.0 -15.3 mEq / 100 g. CO<sub>2</sub>-2.70-6.05. Carbonate content increases from the top layer to the bottom. All soil profiles are carbonate. All soil profiles are alkaline in pH value (8.54-8.65). Physical soil clay is 45.4%, the granulometric composition is silt-silt, heavy loam (Figures 2, 3, 4).

Soil profile 3. The humus content from the top to the bottom layers is 1.45-1.69%. Mobile nitrogen in the upper layer (0-9cm) is high (70.0 mg/kg), and in the lower layer (9-40cm) it is high (89.6 mg/kg). Available phosphorus is 18.0 mg/kg (average) in all layers. Mobile potassium is increased (380.0 mg/kg) in all layers. The amount of absorbed bases is 20.0 -15.1 mEq / 100 g. CO<sub>2</sub> is 1.59-1.80. Carbonate content increases from the top layer to the bottom. All soil profiles are carbonate. Soil profiles by pH value are alkaline (8.43-8.41). The physical clay of the soil is 44.0-26.6%, the granulometric composition is silt-silt, in the upper layer (0-9cm) there is heavy loam, in the lower layer (9-40cm) there is light loam (Figures 5, 6, 7).

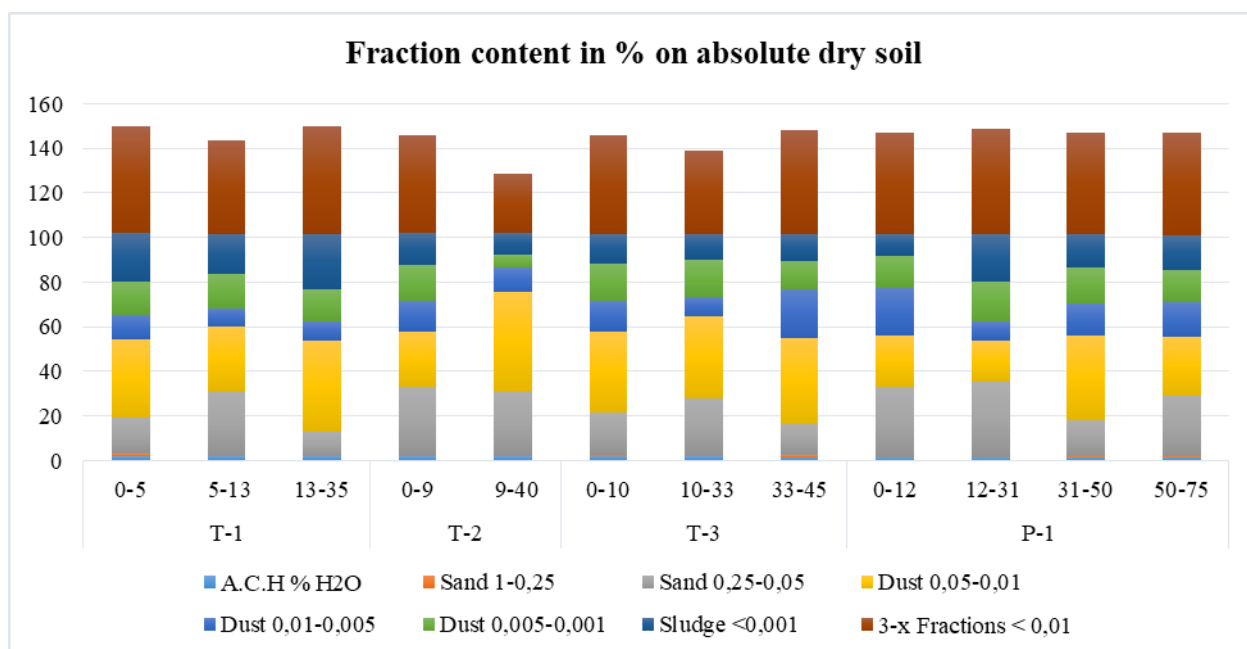


Figure 7 – Particle-size composition of the soil

Soil profile 4. The humus content from the top to the bottom layers is 2.24-0.93%. Mobile nitrogen in the upper layer (0-10cm) is high (61.6 mg/kg), in the lower layer (10-45cm) it is low (33.6 mg/kg). Available phosphorus is 8.0 mg/kg (very low provided) in all layers. Mobile potassium in the upper layers (0-10 cm) is high (330.0 mg/kg), in the layer (10-33 cm) very high (650.0 mg/kg), in the lower layer (33-45 cm) low (200.0 mg/kg).

The number of absorbed bases is 16.7 -12.82 mEq / 100 g. CO<sub>2</sub>-1.28-4.15. carbonate content increases from the upper layer to the lower. Soil profiles are carbonate. Soil profiles by pH value are alkaline (8.64-8.56). The physical clay of the soil is 44.0-37.0-46.7% in granulometric composition, silty-silty, in the upper and lower layers there is heavy loam, in the middle layer there is medium loam (Figures 2, 3, 4).

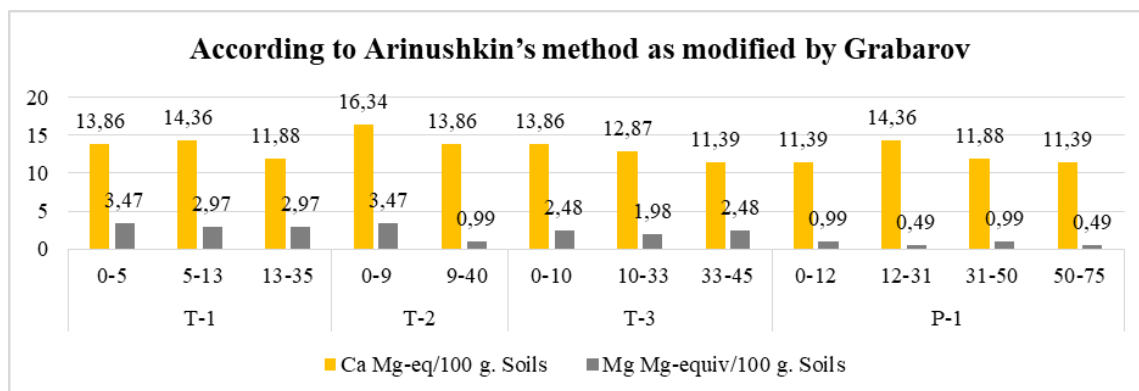


Figure 8 – According to Arinushkin's method as modified by Grabarov

In open areas with intense wind conditions, soil formation processes do not occur. Firstly, this is due to the lack of fine soil, secondly, with a tense water regime (the upper layer dries

out greatly), and thirdly, it is very difficult for plant seeds to gain a foothold on such a surface. Therefore, the natural overgrowth of such land is very slow.

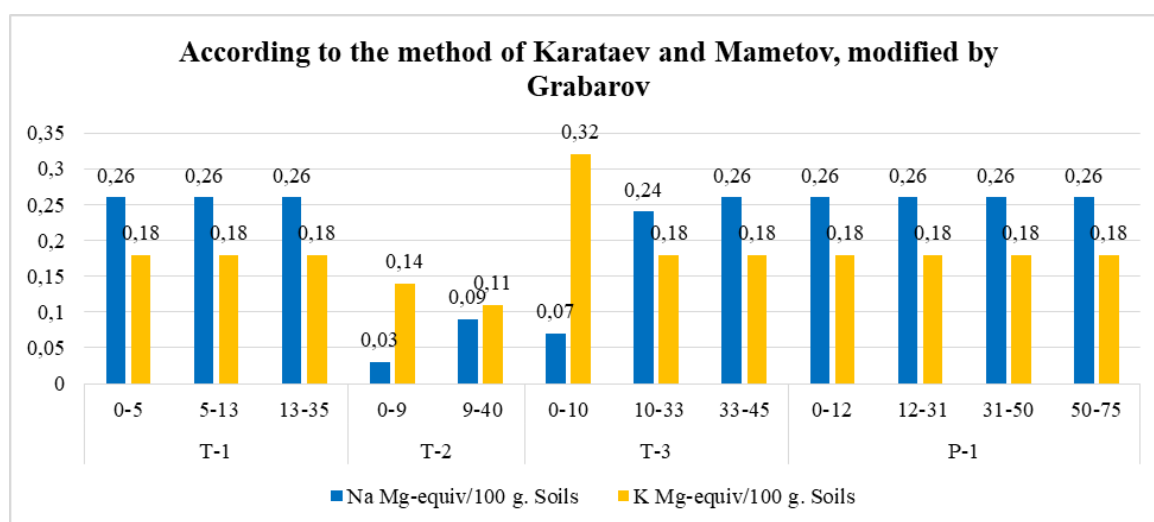


Figure 9 – According to the method of Karataev and Mametov, modified by Grabarov

## Conclusion

Territory of the region Zhambyl region has a diverse soil cover. In the lower reaches of the Shu and Talas rivers, as well as in depressions of desert relief, takyr-like soils and takyr are common. Deserts are characterized by gray-brown soils, loose-sandy and sandy gray soils, while foothills are characterized by gray soils. Landscape diversity and climatic features of the territory determine the species composition and distribution of flora and fauna. The soils in the north-northeast of the deposit are gray-chestnut

xeromorphic and gray-chestnut underdeveloped on crushed eluvium and eluvium-deluvium of dense rocks. In the east there are ordinary northern xeromorphic gray soils. The soils on the southern side are ordinary northern mountain sierozems. In terms of granulometric composition, these soils are medium loamy. The southern part of the Karatau foothill plain is composed of Carboniferous rocks, which include mainly conglomerates, calcareous-gypsum rocks, underlain by red-colored arkosic sandstones, and limestones with interlayers of shale and sandstone. These rocks are covered by a thin



thickness of 0.5 – 1 m of eluvial-deluvial, loamy-crushed stone quaternary formations. The eastern part of the plain is formed by alluvial-proluvial and deluvial deposits and loess-like loams. At the base of the sequence there are pebbles that come to the surface in modern alluvial fans of mountain streams. The cover suite of loess-like deposits increases in thickness with distance from the mountains. The relief at the study site is uneven, the surface of the site is cut off at different levels. The thickness of layers A+B fluctuates on average within the range of 45-50 cm. A total of 4 soil sections were laid, in which 12 soil samples were taken along the genetic horizons with a continuous strip column for soil-laboratory analyses. Heavy metals are widespread in abandoned industrial sites; in soil they can threaten human health by poisoning groundwater and affecting soil cover. Environmentally friendly and cost-effective remediation of contaminated areas is a big problem.

The analyzed soils are characterized by low and very low humus content. On these soils, it is necessary to systematically apply organic fertilizers (manure, peat compost, green manure), grass sowing, liming of acidic soils, alternation of crops (crop rotation) and proper cultivation, ensuring normal conditions of water-air and thermal regimes in the soils; in conditions of low average annual precipitation, it is recommended practice moisture and snow retention, as well as soil protection from water and wind erosion. Natural conditions must be taken into account when planning and implementing these activities Zhambyl regions and specific features of the economic territory.

## Findings

1. It was revealed that the territory of the Zhambyl region has an uneven topography, the surface of the area is cut off at different levels. A variety of soil cover is observed throughout the land plot.

2. It has been established that the results of analyzes of the humusified part of the soil profile are more than 1.31% in accordance with GOST 17.5.3.06-85 and confirm the presence of a fertile soil layer.

4. According to the laboratory analyzes obtained and the description of the soil sections, the thickness of the fertile soil layers A+B is 45-50 cm.

5. We studied in comparison with P-1 undisturbed areas complete soil profiles with the surface disturbed and cut off by points P-2, P-3, P-4, where the thickness of the fertile soil layer at point P-2 is 13 cm from the day surface.

6. It was found that Phydrogen layer with a thickness of less than 40 cm of surface soil at point P-3, lags 9 cm from layer A, 31 cm from layer B. A fertile soil layer with a thickness of less than 33 cm at the surface at point P-4 lags 10 cm from layer A and 23 cm from layer B.

## Financial funding

The research was carried out as part of the implementation of the IRN AP19677698 project “Assessment of the impact of man-made waste on the properties of soil covers and the development of a method for the rehabilitation of ecologically disadvantaged industrial lands”.

## References

1. Vitousek, P.M., Global environmental change: An introduction: *Annual Reviews of Ecological Systems* v. 23 (1992): 1–14.
2. Rockström, J., and 28 others, planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity: *Ecology and Society*, v. 14, no. 2, art. 32: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/> (2009): (last accessed 1 Oct. 2012).
3. Toktar M., Lo Papa G., Shayakhmetova A.S., Dazzi C., Kozybayeva F.E. *the primary processes of soil formation in technogenically disturbed terrains of kokzhon phosphorite deposit. Вестник Северо-Казахстанского государственного университета имени Манаша Козыбаева. № 2 (43). (2019): 7-21*
4. Bradshaw, A., Restoration of mined lands—using natural processes. *Ecol. Eng.* 8, (1997): 255–269.
5. Ma, J.J., Li, Q.F., Zhang, S.L., The correlation among soil microorganism and soil nutrient in different types of mixed stands of *Hippophae Rhamnoides*. *J. Arid Land Resour. Environ.* 21 (6) (2007): 163–167.
6. Huang, D., Liu, Q.S., Remote sensing monitoring and effect evaluation on ecological restoration of heidaigou coal mining area. In: International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering, *RSETE* (2013). <http://dx.doi.org/10.2991/rsete.2013.40>.
7. Coffin, D. P., and W. K. Lauenroth. Recovery of vegetation in a semiarid grassland 53 years after disturbance. *Ecological Applications* 6 (1996): 538–555.
8. Toktar M., Papa G. Lo., Kozybayeva F.E., Dazzi C. Soils and plants in an anthropogenic dump of the kokdzhon phosphorite mine (Kazakhstan) *EQA – Environmental quality / Qualité de l’Environnement / Qualità ambientale*, 26 (2017): 13-22.
9. Krolkowska K., Dunajski A., Magnuszewski P and Siczka M. “Institutional and environmental issues in land reclamation systems maintenance,” *Environmental Science and Policy*, vol. 12, no. 8 (2009): pp. 1137–1143,

10. Yuehan W., Kazhong D., Kan W and Guangli G. "On the dynamic mechanics model of mining subsidence," *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, vol. 22, no. 3 (2003): 352–357,
11. Ming-Gao Q. "Technological system and green mining concept" *Coal Science & Technology Magazine*, no. 4 (2003): 1–3.
12. Hao Bing-yuan and Kang Li-xun, Mine Land Reclamation and Eco-Reconstruction in Shanxi Province I: Mine Land Reclamation Mode I. *the Scientific World Journal Volume* (2014): 1-8. Article ID 483862, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/483862>.
13. GOST 27593–88 (2005). POChVY. *Terminy i opredeleniya*. UDK 001.4:502.3:631.6.02:004.354.
14. Ponomareva V.V., Plotnikova T. A. Gumus i pochvoobrazovanie. L.: *Nauka*, (1980): 222.
15. Aliev S. A. Uslovija nakoplenija i priroda organicheskogo veshhestva pochv AN ASSR., (1966).
16. Fadeev S. V. *Jekologicheskij slovar'*. SPb.: (2011): 35 s.
17. <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/0031/00310000002m000000.htm>
18. Pod red. A. G. Gushhina, A. G. Chimshidova. *Atlas Kazahskoj SSR – M.: GUGK pri Sovete Ministrov SSSR*, (1990): 96 s.: kart.
19. Vorob'ev, A. S. Izuchenie gumusa v pahotnom sloe chernozjmov juzhnyh i tjomno-kashtanovyh pochv Erejmentsauskogo rajona s pomoshh'ju programmogo obespechenija QGIS 2.2.0-Valmiera / A. S. Vorob'ev. – Tekst: neposredstvennyj // *Molodoj uchenyj*. – № 8 (67). (2014): 374–376. – URL: <https://moluch.ru/archive/67/11411/>
20. E.V.Arinushkina, Methods for the determination of total humus in soils. *Book. Manual of chemical analysis of soils*. (1961): 130-139. U.D.C 781. 5(421. 8) (in Russian).
21. A.S.Radov, I.V.Pustovoy, A.B. Korol'kov, Methods for the determination of total potassium in soils. *Book. Practicum on agrochemicals*. . U.D.C. 631.8.(075. 8) (in Russian). (1965): 177-178.
22. E.D.Zatula, T.I. Prozhorina Methods for the determination of total carbonates in soils. *Book. Chemical analysis*. (2008): 23-28. U.D.C. 02.2(301.7). (in Russian).
23. N.A. Chebotarev, A.N. Orlov, A.P. Pleshkova, V.M. Eroshina, E.E. Ignatieff, Methods for the determination of heavy metals in the environment Analytical Chemistry. *Book. Determination of mobile compounds of manganese by Krupsky and Alexander method modification CINAO*. (1995): 2-5. State registration № 50685-94 (in Russian).
24. A.F.Vadyunina., Z.A.Korchagina., Methods for the determination of granulometric composition in soils. *Research methods physical properties of soils*. (1986): 7-10. U.D.C 631.43(075.8) (in Russian).

**Авторлар туралы мәлімет:**

Есимсиитова Зура Беркутовна – биология ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының доценті (Алматы, Қазақстан, e-mail: zura1958@bk.ru)

Қонысбаева Айжан Әміржанқызы (корреспондент-автор) – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының PhD докторанты (Алматы, Қазақстан, e-mail: konysbaeva.aizhan@mail.ru)

**Information about authors:**

Yessimsiitova Zura Berkutovna – candidate of biological sciences, associate professor of the Department of Biodiversity and Bioresources of al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: zura1958@bk.ru)

Konysbayeva Aizhan Amirzhankyzy (corresponding author) – PhD student of the Department of Biodiversity and Bioresources of al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: konysbaeva.aizhan@mail.ru)

Received: December 08, 2023

Accepted: June 16, 2024

2-бөлім

**ҚОРШАҒАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ  
БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҮРҒЫНДАР  
ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

---

Section 2

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL  
POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH**

---

Раздел 2

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ  
ЗАГРЯЗИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

IRSTI 39.21.02

<https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v79.i2-05>

Zh.O. O zgeldinova<sup>1</sup> , Zh.T. Mukayev<sup>2\*</sup> , K.M. Turlybekov<sup>3</sup> ,  
 A.A. Zhanguzhina<sup>1</sup> , N.E. Ramazanova<sup>1</sup> , M.M. Ulykpanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup> Shakarim University, Semey, Kazakhstan

<sup>3</sup> RSE “Republican Forest Breeding and Seed Production Center”, Semey, Kazakhstan

\*e-mail: zhandos.mukaev@mail.ru

## POST-FIRE CONDITION AND RESTORATION OF FORESTS ON THE TERRITORY OF KOSTANAY REGION

The results of field studies of post-fire condition and reforestation of Kostanay region are presented. The purpose of the research is to study and analyze the post-fire condition and forest regeneration in the territory of Kostanay region. It was established that the magnitude of post-fire tree declines and their radial growth in stands of the main forest-forming species are determined by the type and intensity of fire. Taking into account the types of forest landscapes using space images, we have identified 7 key and control (background) sites that characterize the disturbed and background undisturbed forest cover. Among them, the most affected by the forest fire are key areas №5 and №7, where a top fire of medium intensity occurred. The forest litter of these key areas was completely burned in a severe fire, the soil seed stock was destroyed, and low intensity of natural regeneration is expected. The average grade of all studied key sites is estimated by us as III and it is connected with untimely harvesting, which resulted in the reduction of annual growth of the plantation. Sanitary condition of plantations in key sites №1, №5, №7 is unsatisfactory in comparison with other sites. Soils of the investigated key sites are not compacted and favorable for growth. In key plot No.1 there was a compacted crust in the surface soil layer. Uneven natural regeneration of common pine after the fire is observed. Predominantly friendly seed sprouting is associated with more moistened lowlands and loosened soil areas. Factors impeding the natural renewal of pine forests include deep burning of the forest floor and soil cover, mechanical effects on the soil and seedlings of the equipment used to develop harems, the mushroom wavy rhizina (*Rhizina undulata*) which affects the roots of coniferous trees.

**Key words:** forest, post-fire condition, forest restoration, key site, sanitary condition of trees, Kostanay region.

Ж.О. Озгелдинова<sup>1</sup>, Ж.Т. Мукаев<sup>2</sup>, Қ.М. Тұрлыбеков<sup>3</sup>,  
 А.А. Жангужина<sup>1\*</sup>, Н.Е. Рамазанова<sup>1</sup>, М.М. Улыкпанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Шәкәрім Университеті, Семей қ., Қазақстан

<sup>3</sup>«Республикалық орман селекциялық-тұқым өсіру орталығы», Семей қ., Қазақстан

\*e-mail: zhandos.mukaev@mail.ru

### Қостанай облысының аумағындағы өрттен кейінгі жағдай және ормандарды қалпына келтіру

Қостанай облысының өрттен кейінгі жағдайы мен орманды қалпына келтірудің далалық зерттеулерінің нәтижелері ұсынылды. Зерттеу мақсаты Қостанай облысының аумағындағы өрттен кейінгі жағдайды және ормандарды қалпына келтіруді зерделеу және талдау. Ағаштардың өрттен кейінгі құлауы және олардың негізгі орман құраушы алқап ретіндегі радиалды өсуі өрттің түрі мен қарқындылығымен айқындалатыны анықталды. Орман ландшафттарының түрлерін ескере отырып, ғарыштық суреттер арқылы біз бұзылған және фондық бұзылмаған орман жамылғыларын сипаттайтын 7 негізгі және бақылау (фондық) учаскелерін анықтадық. Олардың ішінде орман өртінен ең көп зардап шеккендер – №5 және №7 негізгі учаскелер, себебі, онда орташа қарқындылықтағы жоғарыдағы өрт болған. Осы негізгі учаскелердің орман төсемі қатты өртте толығымен өртенді, тұқымның топырақ қоры жойылды, табиғи жаңарудың төмен қарқындылығы күтілуде. Барлық зерттелген негізгі учаскелердің орташа бониттен біз III деп бағалаймыз және бұл уақтылы ағаштарды кеспеге байланысты, осы себеп алқаптардың жылдық өсуінің төмендеуіне әкеп соқтырды. №1, №5, №7 негізгі учаскелердегі алқаптардың санитарлық жағдайы қалған учаскелермен салыстырғанда қанағаттанарлықсыз. Зерттелген негізгі учаскелердің топырақтары тығыздалмаған және өсуге қолайлы. №1 негізгі учаскеде

топырақтың беткі қабатында тығыздалған қыртыс байқалды. Өрттен кейін кәдімгі қарағайдың біркелкі емес табиғи жаңаруы байқалады. Негізінен достық тұқым көшеттері ылғалданған ойпаттармен және топырақтың қопсылған жерлерімен байланысты. Қарағайлы ормандардың табиғи жаңаруына кедергі келтіретін факторларға орман төсемі және жер жамылғысының терең күйіп кетуі, топыраққа механикалық әсер ету және көшеттер өртеу үшін қолданылатын техника, толқынды ризина саңырауқұлағы (*Rhizina undulata*) жатады, олар қылқан жапырақты ағаштардың тамырларын зақымдайды.

**Түйін сөздер:** орман, өрттен кейінгі жағдай, орманды қалпына келтіру, түйінді учаске, ағаштардың санитарлық жағдайы, Қостанай облысы.

Ж.О. Озгелдинова<sup>1</sup>, Ж.Т. Мұкаев<sup>2</sup>, Қ.М. Тұрлыбеков<sup>3</sup>,  
А.А. Жангужина<sup>1\*</sup>, Н.Е. Рамазанова<sup>1</sup>, М.М. Улыкпанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Университет Шакарима, г. Семей, Казахстан

<sup>3</sup>РГКП «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр», г. Семей, Казахстан

\*e-mail: zhandos.mukaev@mail.ru

### Послепожарное состояние и восстановление лесов на территории Костанайской области

Представлены результаты полевых исследований послепожарного состояния и лесовосстановления Костанайской области. Цель исследования изучение и анализ послепожарного состояния и восстановления лесов на территории Костанайской области. Установлено, что величина послепожарного отпада деревьев и их радиальный прирост в насаждениях основных лесобразующих пород определяются видом и интенсивностью пожара. С учетом типов лесных ландшафтов с помощью космических изображений нами определены 7 ключевых и контрольных (фоновые) участков, которые характеризуют нарушенные и фоновые ненарушенные лесные покровы. Среди них наиболее пострадавшие от лесного пожара – это ключевые участки №5 и №7, где прошел верховой пожар средней интенсивности. Лесная подстилка данных ключевых участков при сильном пожаре сгорела полностью, почвенный запас семян был уничтожен, ожидается низкая интенсивность естественного возобновления. Средний бонитет всех изученных ключевых участков оценивается нами как III и связано это с несвоевременным проведением рубок ухода повлекшим к снижению годового роста насаждения. Санитарное состояние насаждения в ключевых участках №1, №5, №7 неудовлетворительное по сравнению с остальными участками. Почвы исследованных ключевых участков не уплотнены и благоприятны для произрастания. В ключевом участке №1 наблюдалась уплотненная корка в поверхностном почвенном слое. Наблюдается неравномерное естественное возобновление сосны обыкновенной после пожара. Преимущественно дружные всходы семян связаны с более увлажненными низинами и разрыхленными участками почв. К факторам препятствующим естественному возобновлению сосновых лесов относятся глубокое прогорание лесной подстилки и почвенного покрова, механическое воздействие на почву и сеянцы техники, используемой для разработки гарей, гриб волнистая ризина (*Rhizina undulata*) который поражает корни деревьев хвойных пород.

**Ключевые слова:** лес, послепожарное состояние, восстановление леса, ключевой участок, санитарное состояние деревьев, Костанайская область.

### Introduction

Forests are one of the most economically significant natural landscape formations on the planet, the formation and evolution of which is largely associated with the impact of the pyrogenic factor. They perform extremely important environment-forming and stabilizing functions, largely determining the ecological balance in the biosphere [1-3].

Forest fires are an eternal companion of forests, largely determining the current appearance of forest cover in vast areas. The role of fires is especially great in plantations of light coniferous tree species

(pine forests, larch forests), which due to their natural biological features are most exposed to fire loads. Here fires act as the leading and sometimes the only forest-forming factor, which, depending on the nature of fire impact, determines the degree of environmental transformation, composition and structure of forest communities, directions, rates of regenerative succession and dynamics of renewal processes [4-7].

Natural and climatic features of Kostanay region are determined by its inland location. Six of the seven key areas are located on the territory of the “Semiozero Forestry Institution” (Figure 1). The total area of the forestry institution is 62359

hectares. The forestry institution is structurally divided into four lesnichestvo – Novonezhinskoye, Kalininskoye, Amankaragai and Arkalykskoye. The

length of the territory of the forest establishment from north to south is 480 km, from west to east – 400 km [8].

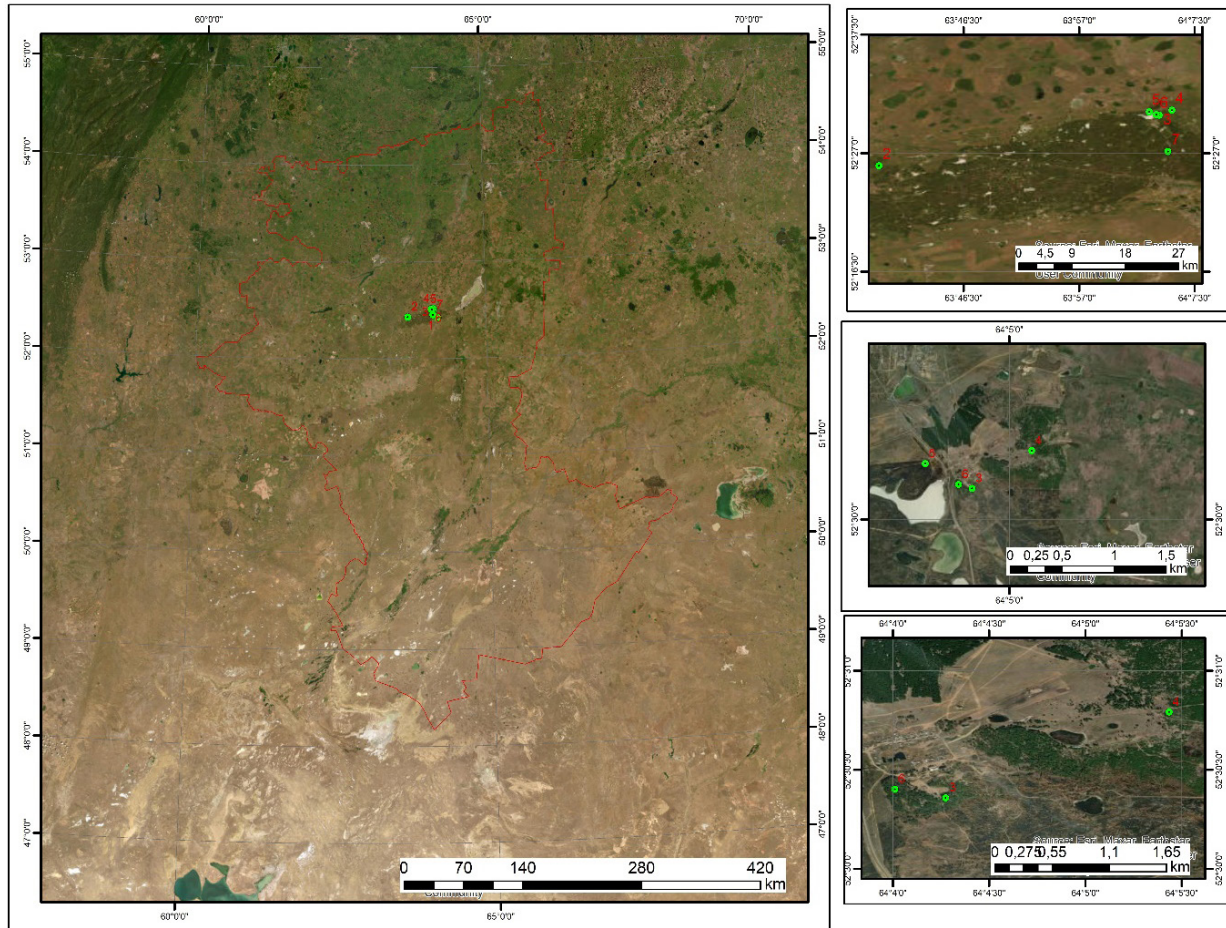


Figure 1 – Map of key areas of Kostanay region

The territory of key sites 1,3,4,5,6,7 belongs to the steppe zone, in the subzone of arid steppes. The area of steppe pine forests in the ancient Abugo-Tobolskaya trough of ancient runoff represents two sandy, north-eastward elongated, disconnected massifs within the boundaries of the northern half of the steppe landscape zone.

The main forest forming species is the common pine, other species are birch and aspen, bush willow, rose hips, tavalga forming both pure and mixed stands.

Forests are located only on ancient alluvial sands, along the tops of ancient dune ridges and upper parts of their slopes. Birch and aspen forests are confined to the lower parts of the slopes of sandy ridges and are often adjacent to the shores of salt lakes. Shrub willow, honeysuckle are confined to

the banks of rivers and lakes. Rosehip, tavalga grow along soyas and slopes.

On clearings and glades sandy forage steppes are formed. On the borders of the hog massifs there are characterized by not wide strips of meadow-solonchak vegetation.

Steppe vegetation is represented by St. John's woad (*Stípa pennáta*), Becker's tipczak (*Festuca beckeri*), bluebunch (*Koelēria glāuca*), Siberian honeysuckle (*Agropyron sibiricum* (Willd.) P. Beav. Beav.), wormwood (*Artemísia*). The cover of the southern part of the institution is represented mainly by wormwood-solanaceous and grass-wormwood vegetation.

The climate of the Semiozero Forestry, remote from large water areas, is sharply continental, with hot, dry summers and cold, low-snow winters. Low

winter and high summer temperatures combined with dry weather, dust storms, late spring and early fall frosts negatively affect the growth and development of tree and shrub vegetation. Favorable climate factors include a large abundance of solar radiation and a rather long frost-free period.

Unfavorable climatic factors of the region are droughts, dry winds, strong winds, dust storms, late spring and early autumn frosts, severe frosts in winter, snow blizzards and low precipitation, increasing aridity to the south, high evaporation rate. The combination of high temperature, low humidity, and high wind speeds determine atmospheric droughts, which cause a decrease in soil moisture reserves to a level unavailable to plants. The cumulative effect of drought is expressed first of all in the reduction of growth processes in tree and shrub vegetation and forest crops, which in case of a long dry period can lead to the death of plants. The existing distribution of pine, birch, aspen and various shrub plantations follows quite naturally from the peculiarities of climatic factors of the forest area. The relief of the territory where the key areas are located is rather complex, its origin is connected with alluvial and subsequent aeolian processes. Aeolian relief forms alternate with gentle sandy ridges and lower sloping hills with small hollows between them. Meadow-steppe plains form a winding network of arms among the elevated hilly sands. In some places, especially in lower parts along hillocks and ramparts, they have the character of floodplain meadows, flooded in spring by melt water and sometimes swamped.

Soil-geographical zoning most fully reflects the peculiarities of the natural environment of individual regions and districts, because in addition to the features of relief, climate and water regime, it also takes into account the nature of the soil cover of the territory. Climate, relief, parent rock, flora and fauna, as well as human activity have a great influence on the intensity and diversity of soil formation processes. According to soil zoning, the area of the institution location is referred to the subzone of chestnut, brown soils. Soil-forming rocks are white sands, sandy loam, loams, loams, which lie on pistachio clays. On the tops of high sandy hillocks and parts of slopes, where groundwater is deeper than 7 meters from the surface, soils are not soaked and are represented by soddy-sandy varieties. In closed depressions, under pine islands, malt, meadow and meadow-chestnut soils develop. On low sandy outbursts, in hollows and more extensive depressions among sands, soils are characterized by leaching type of moistening. Podzolistogley and peat-gley soils are formed under conditions of high groundwater table and constant

sufficient moistening. On meadow-steppe areas, near hollows, depending on hydrological regime and depth of underlying saline rocks saline soils of hydromorphic series were formed to different degrees [8].

The following soils were identified in the study area: sod-pine soils; brown forest secondary-odder soils; gray forest soils; dark-gray saline soils; solody ogleenye soils; solodyzabolozochnye solonetsye soils.

Forest fires from 2001 to 2019. According to the forest fire zoning, the territory of the forest establishment is referred to the Amankaragai forest fire district with the duration of the fire-dangerous period of 208 days. In the past audit period (18) on the territory of the forestry institution 88 cases of forest fires were registered, covering 5249.9 hectares of the total area, including forested lands – 5010.7 hectares, represented by plantations and forest crops. The main reasons of occurrence of lower forest fires were: thunderstorms – 53 %, careless handling with fire (through the fault of the population) – 22 %, unidentified – 16 %, arson – 7 % and from steppe fires, and from short-circuiting of electric wires – 2 %. According to the data of the forestry institution the root stock of burnt and damaged wood amounted to 660.07 thousand m<sup>3</sup>. The average area of forest fire amounted to 59.6 ha [8].

The large forest fire that occurred in September 2022 is worth noting separately, as the fire covered a huge area, and such a fire has not been recorded for the last 30 years. The fire covered 29,392.4 hectares, including forested area of 24,919.4 hectares.

*Basaman forestry is located* on the territory of Auliekol administrative district. The total area of the forestry institution is 44,898 ha. The forestry institution is structurally divided into four lesnichestvo – Kazanbas, Western and Kondratievskoye.

The length of the territory of the forest institution is from north to south – 48 km, from west to east – 35 km [9].

The territory of the Turgai depression within the modern borders of Kustanay oblast, which includes the territory of the forestry institution, is characterized by peculiar natural conditions, determined by its inland position and significant extent from north to south. The large length of the territory in meridional direction creates here a consistent change of landscapes: forest-steppes in the northern areas, steppes in the central part of the region and semi-deserts in the south. The territory of the Basamansky forestry institution, located in the northern part of the Turgai depression, belongs to

the steppe zone in the subzone of moderately arid steppes.

The area of steppe pine forests in the ancient Abugo-Tobolskaya trough of ancient runoff is two sandy, north-eastwardly elongated, disconnected massifs within the borders of the northern half of the steppe landscape zone.

The main forest forming species is common pine, other species are birch and aspen, forming both pure and mixed plantations.

Forests are located only on ancient alluvial sands, on the tops of ancient dune ridges and upper parts of their slopes. Birch and aspen-birch forests are confined to the lower parts of the slopes of sand ridges and are often adjacent to the shores of salt lakes – sorrows. On clearings and glades sandy-hemlock steppes are formed. Not wide strips of meadow-solonchak vegetation are characteristic for hog massifs along their borders.

Steppe vegetation is represented by *Stípa pennáta*, *Festuca beckeri*, *Koelēria glāuca* and others. These grasses occur under the canopy of sparse forest.

The climate of the forest, located in the center of the continent far removed from large water areas, is sharply continental with hot, dry summers and cold, low-snow winters.

Low winter and high summer temperatures combined with dry weather, dust storms, late spring and early fall frosts have a negative impact on the growth and development of forest vegetation and make it difficult to introduce introductions into plantations.

The main types of soils in the study area are as follows. Turf-hog soils. Brown forest secondary – sod. Gray forest soils. Dark gray silty soils. Solody.

During 1999-2019 on the territory of Basamansky forest institution 147 cases of top and bottom forest fires were registered, covering 4275.8 ha of the total area, including forested lands – 2392.7 ha, represented by pine and birch plantations. The root stock of burnt and damaged wood amounted to 107.7 thousand m<sup>3</sup>. Causes of forest fires were mainly caused by lightning.

The smallest area registered in the Book of forest fires is 0.06 ha, the largest – 1941.7 ha (2010), in Kazanbas and Western lesnichestvos.

The average annual number of forest fires for the last 5 years is 24 cases on the area of 679.7 ha. Out of 147 cases of fires 122 are lowland fires, 25 are highland fires. The average area of one fire is 29 ha [9].

As a result of a large forest fire that occurred in September 2022 in Basamansky forestry institution,

the fire covered – 10,380 hectares, including forested area – 7,473.9 hectares.

The purpose of the research is to study and analyze the post-fire condition and restoration of forests on the territory of Kostanay region.

### Materials and methods of research

The objects of the study were forest areas of Kostanay region: seven key sites in Semiozerny and Basamansky forestry institutions (Table 1).

Sample plots and data of their binding to the quarterly network, their geographical coordinates and altitude were determined, as well as the characteristics of the terrain, soil and ground conditions, and all forest components were described.

The location of the sample area was selected in a part of the plot, homogeneous in all taxonomic indicators and growing conditions, not closer than 30 m from a plot of another category. The size of the sample area was determined by the need to have at least 200 trees of the main forest element.

UAV imagery to track the dynamics of natural processes and assess the impact of fire in the forest.

Long-term unburned areas of forest or disturbed forest land (clearcuts, burned areas) were used as control plots. The correspondence of the fire-treated plots to the control plots was ensured by their belonging to the same type of habitat conditions, identity of relief and soils, similarity of species composition, pre-fire completeness and age of stands; for disturbed plots – by the age of cutting and previous fire.

To characterize the key areas, a field study form is developed, which specifies the forest institution, lesnichestvo, quarter, subdivision, area and protection category. Then the area of the key plot and land category are studied. The soil type of the key plot is determined and soil density is determined using a Wile SOIL soil density meter, as a decrease in organic matter and physical clay content after fire leads to an increase in soil density. Undergrowth is counted to determine the dynamics of natural regeneration.

Stand bonitet, weighted average sanitary condition score, and fire type are determined. All trees with a diameter at a height of 1.3 m greater than or equal to 4 cm were counted. Tree diameter, height, tree species, maximum canopy height, minimum canopy height, trunk temperature, wood moisture, proportion of crown shrinkage due to lowland fires (%), percentage of crown damage (by high or severe lowland fire), and condition category were determined. A tree was included in the enumeration if the center of its trunk was within the boundary of the sample area.



**Table 1** – Data on key sites

| № of key site | Names of forestry   | Name of le-snichestvo | Coordinates                        | Forest block number | Forest allotment number | Date                      | Tree species              | Soil   |
|---------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
|               |                     |                       |                                    |                     |                         | time                      | № of samples              | № of samples   |
| 1             | Semiozerno-<br>noye | Kalininsky            | 52°25'14.70'' N<br>64°10'11.59'' E | 107                 | 1                       | 20.09.2023 г.<br>10:15    | Pine bark<br>(cinders)    | Envelope   |
| 2             | Basamans-<br>koye   | Western               | 52°25'52.55'' N<br>63°38'48.83'' E | 3                   | 22                      | 21.09.2023 г.<br>09:40    | 2022 г                    | Envelope   |
| 3             | Semiozerno-<br>noye | Novonezhin-<br>skoye  | 52°30'21.46'' N<br>64°4'16.48'' E  | 20                  | 1                       | 22-23.09.2023 г.<br>10:00 | Pine bark<br>(cinders)    | Envelope   |
| 4             | Semiozerno-<br>noye | Novonezhin-<br>skoye  | 52°30'47.54'' N<br>64°5'26.08'' E  | 9                   | 11                      | 24-25.09.2023 г.<br>08:20 | 2022 г                    | Envelope   |
| 5             | Semiozerno-<br>noye | Novonezhin-<br>skoye  | 52°30'38.52'' N<br>64°3'21.89'' E  | 7                   | 5                       | 26.09.2023 г.<br>09:15    | Pine bark<br>(background) | Shurf<br>5.1<br>0-5 sm<br>5.2<br>5-20 sm<br>5.3<br>20-60 sm                      |
| 6             | Semiozerno-         | Novonezhin-<br>skoye  | 52°30'24.12'' N<br>64°4'0.61'' E   | 7                   | 22                      | 27.09.2023 г.<br>07:35    | Pine                      | Shurf<br>6.1<br>0-20 sm<br>6.2<br>20-40 cm<br>6.3<br>40-60 sm<br>6.3<br>60-80 sm |
| 7             | Semiozerno-         | Kalininsky            | 52°27'9.06'' N<br>64°5'3.56'' E    | 54                  | 27                      | 28.09.2023 г.<br>08:00    | ash 2004                  | Envelope   |

The depth of burning was assessed visually by examining the root necks and assessing the degree of destruction of litter remaining after the fire, and then comparing this data with the situation typical for the same unburned area.

Fire type, form and severity were determined by stand condition, including the extent of crown damage and desiccation, height of char on trunks, burned crust (bark) and root feet, and the extent of burned ground cover, old stumps and deadwood. The number of years since the fire and inter-fire intervals were determined from trunk cuttings with fire dried stumps and from stumps of cut dead trees. The age and condition of the undergrowth were used to determine the age of the fire.

Forest-typological description of sample areas, assessment of sanitary condition, determination of fire class, and taxation of stands were carried out in accordance with generally accepted methods.

All trees with a diameter at a height of 1.3 m greater than or equal to 4 cm were counted. The

diameter, height, tree species, maximum canopy height, minimum canopy height, proportion of shrunken crowns as a result of lowland fires (%), and percentage of crown damage (in case of high or strong lowland fires) were determined. A tree was included in the enumeration if the center of its trunk was within the boundary of the sample area.

In patches with small trees (most of them 10 cm in diameter), 20×20 m plots were laid out to count them, and the maximum and minimum diameter and average height were determined.

A typical sampling method of observation was used to survey intact areas. Sample plots were selected in fire-affected stands and in control plots that had not been exposed to fire for a long time.

The age of the main forest element was determined by counting the number of annual layers on cores taken with an age drill at the root neck or on stumps from 3-5 felled trees. The age of other forest elements was determined by eye, if necessary, on 1-3 felled model trees or with the help of an age

drill. Diameter was measured with a measuring fork at a height of 1.3 m, height with an electronic altimeter, moisture with a wood moisture meter, and temperature with a pyrometer.

Sampling of soils and vegetation for laboratory studies of soil properties and composition to study changes after fires. Study of changes in the chemical composition of soils compared to background soils. Study of changes in chemical composition of tree bark compared to bark of trees not exposed to wildfire.

In the test areas, the description and accounting of undergrowth and self-seeding were carried out on the accounting sites, while the amount of preserved and post-fire undergrowth was calculated in accordance with the recommendations of A.I. Buzykin and A.V. Pobedinsky.

The description and accounting of undergrowth and self-seeded trees was carried out on the sample plots, and the amount of preserved and post-fire undergrowth was counted in accordance with the recommendations of A.I. Buzykin and A.V. Pobedinsky.

Determination of type, composition, completeness, bonitet according to the table of M.M. Orlov, age, average height of forest plantations, as well as the stock per hectare and on an allotment before the fire with the help of sample plots and according to the forest inventory data.

To record and characterize undergrowth and undergrowth within the trial area, at least 10 test plots (representing about 0.25-2.0% of its area) of square shape of 2×2 m or 1×1 m (in case of dense distribution) were laid out. In case of uniform undergrowth distribution, the plots were laid uniformly over the

area. In sample plots with clumps of undergrowth, the percentage of area occupied by clumps or groups was determined; the undergrowth was counted separately for each placement category. The number of undergrowth on average per 1 ha was determined taking into account areas occupied by clumps and areas with evenly spaced undergrowth. Undergrowth was counted in 5 height groups: up to 0.10 m; 0.11-0.25 m; 0.26-0.50 m; 0.51-2.0 m; more than 2.0 m. According to its condition, it was subdivided into reliable, doubtful and shrunken. Specimens with axial shoot growth exceeding the growth of neighboring lateral shoots, with green needles (leaves), without mechanical damage, free of phyto-diseases, and free of entomological pests were considered as reliable. For each height group, the average age of the undergrowth was determined by counting the number of annual layers or whorls in 5 average specimens. Undergrowth was noted in relation to micro- and nano-relief elements, to the degree of ground cover burning, species composition of living ground cover, canopy closure or other forest features. At the sites we counted undergrowth by species, determined average height and density.

Determination of forest sanitary condition. At least 200 trees were counted on the sample plots, their enumeration was carried out, diameter was measured with a measuring fork at a height of 1.3 m, and height was measured with an electronic altimeter. During the enumeration, trees are divided into categories of sanitary condition. The sanitary condition of trees is determined according to the scale in force in Kazakhstan, according to Annex 20 to the Rules of forest felling in the areas of the state forest fund [10]. Table 2.

**Table 2** – Scale of sanitary condition of trees [10]

| Category Score            | Signs of tree condition by species  |   |
|---------------------------|---|---|
|                           | Conifers  | Deciduous   |
| I – no signs of weakening | The crown is dense, needles are green, no desiccation, no damage  | Crown dense, foliage green, no drying, no damage  |
| II – weakened             | Crown weakly openwork; needles green, light green or scorched (burnt) not more than 1/3; drying of some branches, damage to some root paws, local damage to trunk.  | Crown slightly openworked; foliage falls off early or is eaten by 25%; individual branches withered; localized damage to trunk and root paws; sporadic water shoots   |
| III – severely weakened   | Crown strongly openworked; needles light green or gray or matt, or eaten off (burnt) up to 2/3, very weak growth, desiccation of up to 2/3 of the crown, damage to root paws or trunk, ringing them up to 2/3; attempts of settlement of trunk pests; fruiting bodies of fungi or other signs of severe trunk damage. | Crown strongly openworked; foliage very small, light colored, early yellowing and falling off, very weak or no growth; up to 2/3 of crown withered; trunk and root paws damaged on 2/3 of circumference; sap flow on trunks and skeletal limbs; attempted or localized dispersal of trunk pests; abundant water shoots; fruiting bodies of fungi on trunk |

| Category Score                        | Signs of tree condition by species  |  |
|---------------------------------------|---|--|
|                                       | Conifers  | Deciduous  |
| IV – withered                         | Crown strongly openworked; needles gray, yellowish or yellow-green, falling off, very weak or no growth; drying of more than 2/3 of branches; damage to trunk and root paws more than 2/3 of circumference; signs of settlement by stem pests | More than 2/3 of crown withered or shriveled; more than 2/3 of trunk circumference and root feet damaged; signs of stem pest infestation; shriveled water shoots |
| V – fresh deadwood (current year)     | Gray, yellow or brown, partially crumbling needles, partial bark fall, signs of infestation or flight of stem pests.  | Leaves shriveled, wilted or absent; partial loss of bark; signs of infestation or stem pests.  |
| VI – old deadwood (of previous years) | No needles; bark and small twigs partially or completely fallen off; flight holes of stem pests; fungus of wood-destroying fungi under the bark   | Leaves absent; bark and small twigs partially or completely fall off; flight holes for stem pests; under bark fungus of tree-destroying fungi.                   |

The weighted average sanitary condition score by number of trees (Bg) was determined by the formula:

$$Bg = \frac{z1n1+z2n2+z3n3+z4n4+z5n5+z6n6}{n1+n2+n3+n4+n5+n6}$$

where,

$z1 \dots z6$  – tree condition categories 1 to 6;

$n1 \dots n6$  – number of trees in the sample area with the corresponding condition category, pcs.

Sanitary condition was assessed according to the generally accepted scale (Table 3) [11, 12].

**Table 3** – Assessment of stand condition depending on the value of weighted average condition score

| Value of weighted average score | Sanitary condition of forest stands |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1,0-1,5                         | Healthy                             |
| 1,6-2,5                         | Weakened                            |
| 2,6-3,5                         | Severely weakened                   |
| 3,6-4,5                         | Shriveling                          |
| 4,6- and more                   | Withered                            |

Signs of damage or burning of trees, their separate parts and various components of biocenosis were determined according to the approved rules of accounting, determination and compensation for damage caused by fires in the forest fund [12].

Filming was carried out with DJI Mavic 3 Pro Fly More Combo + DJI RC. Photo and video footage obtained by drones, both by conventional and special cameras, provides a complete picture of forest areas and their condition, including information on tree species and heights and their

exact location in accordance with GPS coordinates, which is certainly necessary for effective and sustainable forest management. In the course of analyzing the obtained images, fire boundaries were specified for a number of key observation points located in different landscape-forming conditions.

The cameral stage includes processing of the collected materials, laboratory studies of soils, tree bark, structuring of information, and preparation of reports.

### Results of field studies

The key site № 1 is located in subdivision 1 of quarter 107 of Kalininsky lesnichestvo of Semiozerny forestry institution. The area of the forest section is 9.2 hectares, according to the category of protection this forest area belongs to the field – and soil-protective forests, there are artificial plantations, i.e. forest cultures, which are 56 years old. The average height of plantations is 14 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is 16 centimeters. In this area, the main forest forming species is common pine. The growing stands belong to the III bonitet. Average weighted score of sanitary condition is 5. Soil type is chestnut soils with density index 150 on the instrument dial 0-14 cm/kg<sup>2</sup>, i.e. favorable conditions for growth.

According to the last forest inventory conducted in 2019, the completeness of plantations is 0.7 and the average wood stock is 165 m<sup>3</sup> per hectare, that is, on this allotment before the fire the wood stock was 1518 m<sup>3</sup> [8].

This site was selected as one of the key sites due to the fact that in this area trees were massively fallen, broken off at a height of 2.5 – 3.5 meters and scattered in two opposite directions, as a result of

the so-called “explosion”, which occurred due to the oncoming flames (Figure 2).

The type of fire is defined as riding of medium intensity [13]. Soil and bark samples of damaged wood were taken at this site in order to determine the chemical composition and changes after the fire. The top layer of the soil is slightly compacted at a thickness of 5 cm.

As a result of heavy rainfall, from August 30 to September 20, 2023, a process of natural renewal

is observed, that is, seedlings (self-seeding) of ordinary pine aged 20-30 days. The appearance of seedlings is due to the presence of intact fruiting pine plantations, the so-called testes. On average, there are about 1-2 seedlings per 1 m<sup>2</sup>, and there are also separate areas where there is an accumulation of seeds, mainly lowlands with accumulation of moisture and places where there is a soil injury that promotes natural regeneration (Figure 3).



**Figure 2** – Key area 1. Massive tree fall



**Figure 3** – Key area 1. Natural renewal of pine

The wavy rhizina mushroom (*Rhizina undulata*), characteristic of scorched soils, campfires and harems, is found. The wavy rhizina fungus (*Rhizina undulata*) can infect the roots of coniferous trees, which are 20-50 years old, which is an unfavorable factor for seedlings. Coniferous trees are mainly affected by wavy rhizina (*Rhizina undulata*), whereas the roots of deciduous trees are not affected by the wavy rhizina mushroom (*Rhizina undulata*) (Figure 4).

No sampling plots were laid to determine the sanitary condition of plantations due to the absence of trees growing on the root.

This key area is littered with fallen trees, some of which are in non-lethal condition. Natural regeneration is due to undamaged seedlings and abundant precipitation. Undergrowth accumulation is associated with lowlands and moisture accumulation.

Key site No. 2 is located in subdivision 22 of quarter 3 of the Western forestry block of the Basaman Forestry Institution. The area of the forest section is 5.3 hectares, according to the category of protection this forest area belongs to the field – and soil-protective forests, where there are artificial plantations, i.e. forest cultures, the age of which is 44 years. The average height of plantations is 12 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is 14 centimeters. In this area, the main forest forming species is common pine. The growing stands belong to the III bonitet. At this site, the minimum height of soot is 1.0 m, and the maximum height of soot is 4.0 meters. According to the results of reconnaissance survey the main number of trees belongs to the IV category of tree sanitary condition. Soil type is hog sand with density index of 100 on the dial of Wile Soil density meter, i.e. from 0-14 cm/kg<sup>2</sup>, which is favorable conditions for growth.



**Figure 4** – Key site 1. *Rhizina undulata*

According to the latest forest inventory, conducted in 2019, the completeness of plantations is 0.7, and the average wood stock is 134 m<sup>3</sup> per hectare, that is, on this section before the fire the wood stock was 710.2 m<sup>3</sup> [8].

This site was selected as one of the key sites due to the fact that the main species here is pine as a forest crop, which is more susceptible to forest fires compared to natural stands.

A sample plot of 0.2 hectares was established at this site, where a complete enumeration of trees was carried out to determine the sanitary condition and taxation characteristics of trees.

The age of the crops is classified as middle-aged. This plot serves as a determinant of the flammability of forests of this category at the specified completeness and forest type. And also the uniqueness of this plot is that it is located at the forest edge and has different degrees of fire damage (Figure 5).

The type of fire was determined to be a lowland runaway fire of moderate to severe intensity. In this plot, a sample area was established and a complete census was conducted to determine the sanitary condition of trees, and soil and bark samples of damaged wood were taken.



**Figure 5** – Key area 2 top view

At this site, the fire did not fully cover the key area in medium-aged pine stands. There are completely burned trees, live ground cover, and small areas where there was a downward runaway fire of medium intensity, which slightly damaged the thick bark of trees. There is also a forest edge not damaged by fire.

In this key area there are old-growth forest crops, which prevent the growth of self-sown trees of natural origin, but after the fire, as a result of the cessation of growth of individual trees, self-sown pine trees appeared en masse.

Key site No. 3 is located in section 1 of quarter 20 of the Novonezhinskoye lesnichestvo of the Semiozero forestry institution. The area of the forest section is 9.2 hectares, according to the category of protection this forest area belongs to the field – and soil-protective forests, there are natural forest plantations, the age of which is 93 years. The average height of plantations is 21 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is 28 centimeters. The main forest-forming species in this area is the common pine. The growing stands belong to the III bonitet. According to the results of reconnaissance survey the main number of trees belongs to II and III categories of tree sanitary condition. Soil type is hog sand with density index 100 on the dial of Wile Soil density meter, i.e. from 0-14 cm/kg<sup>2</sup>, which is favorable conditions for growth.

According to the latest forest inventory conducted in 2019, the plantation completeness is 0.5 and the average timber stock is 195 m<sup>3</sup> per hectare, which means that this allotment had a timber stock of 1794 m<sup>3</sup> before the fire [8].

This plot was selected as a background (control) undamaged by fire forest area, where the main species of natural origin grows, as well as single trees of birch as a companion species. Figure 6.

A temporary sample plot of 0.25 ha was established at this site, where a complete enumeration of trees was made to determine the sanitary condition and taxation characteristics of trees. The plantations are of old-growth age, and there is a mixed-age undergrowth (Figure 5).

As this key area is covered with natural plantations with clearings, there is a gradual natural regeneration by self-seeding. The dying off of overgrown stands is also observed as a process of natural forest regeneration [12]. During the period of planned thinning on the places of skidder tracks and lowlands there is an accumulation of undergrowth.

The key site No. 4 is located in section 11 of quarter 9 of the Novonezhinskoye lesnichestvo of the Semiozero forestry institution (Figure 7). The area of the forest section is 0.2 hectares, according to the category of protection this forest area belongs to the field – and soil-protective forests, there are natural forest plantations, i.e. self-seeding at the site of the fire, which are 17 years old. The average height

of the plantations is 4 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is 8 centimeters. The main forest-forming species in the area is the common pine. The growing stands belong to the III bonitet. At this site, the minimum height of soot is 2.5 meters, and the maximum height of soot is 17.0

meters. The type of fire is defined as a top fire of medium intensity crops completely burned to the point of cessation of growth. The soil type is hog sand with a density index of 100 on the Wile Soil density meter dial, i.e. from 0-14 cm/kg<sup>2</sup>, which is favorable growing conditions.



**Figure 6** – Background (control) undamaged by fire forest plot

In this key participatory area a sample plot was also established on the area of 0.25 ha to determine the condition of trees. In the cultures all plantations belong to V category of sanitary condition. There are also birch plantations in the crops, which have started regeneration.

According to the data of the last forest inventory conducted in 2019, the completeness of the stands is 0.6, and the average wood stock is 21 m<sup>3</sup> per hectare, that is, on this allotment before the fire the wood stock was 12.6 m<sup>3</sup> [8].

A 0.2 ha sample plot was established at this site, where trees were counted to determine the sanitary condition and taxation characteristics of the trees.

In order to assess the self-restoring capacity of the forest, the forest area where a large forest fire occurred in 2004 was selected as a key site. At the time of the survey, natural plantations and forest crops were observed on the site of the former fire (Figure 8).

An area where natural regeneration occurred was selected. A temporary trial plot was also established to assess the condition of the forest plantations. In

terms of growth and development, as well as other taxation characteristics, the plantations correspond to their age, have good annual growth, the impact of pests and diseases is not observed. Trees belong to I category by sanitary condition.

There are single stands of birch trees older in age and aspen stands of the same age as the main species and younger. The above-mentioned associated species are strongly depressed and there is a displacement of them by stopping their growth. There are also intraspecific natural decay – single dry and depressed pine stands, which is normal in stands with high completeness.

For normal further growth and high-yielding stands, thinning is necessary, which in turn also reduces fire risk and the occurrence of wildfires. As growth progresses, high-floor stands are susceptible to pest and disease infestation. The natural regeneration of 2005 at the moment of the survey is growing evenly, the stands are healthy, crowns are closed, no further regeneration is observed, as mature stands hinder the growth of seedlings.



Figure 7 – Key area 4

Key site № 5 is located in sections 4 and 5 of quarter 7 of Novonezhinskoye lesnichestvo of Semiozernoye lesnichestvo of the Semiozernoye forestry institution.

In section 4 of quarter 7 there are natural plantations, the area of the section is 1.3 hectares, according to the category of protection this forest area belongs to the field – and soil protection forests, the age of which is 73 years. The average height of plantations is 18 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is 20

centimeters. The main forest-forming species in the area is the common pine. The growing stands belong to the III bonitet. Soil type is hog sand with density index 130 on the dial of Wile Soil density meter, i.e. from 0-14 cm/kg<sup>2</sup>, which is favorable conditions for growth.

According to the latest forest inventory, conducted in 2019, the completeness of the stands is 0.5, and the average wood stock is 170 m<sup>3</sup> per hectare, that is, in this section before the fire, the wood stock was 221 m<sup>3</sup> [8].



Figure 8 – Key site 4, top view

Since this plot is a forest edge, the fire intensity was lower than in the neighboring plot with forest crops. Also, the fullness of the plantation has a great influence.

In section 5 of quarter 7 there are artificial plantations, the area of the section is 1.2 hectares, according to the category of protection this forest area belongs to the field – and soil protection forests,



the age of which is 44 years. The average height of plantations is 14 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is 12 centimeters. The main forest-forming species in the area is the common pine. The growing stands belong to the II bonitet. According to the data of the last forest inventory, conducted in 2019, the completeness of plantations is 0.8, and the average wood stock of 188 m<sup>3</sup> per hectare, that is, in this section before the fire wood stock was 225.6 m<sup>3</sup> [8].

It is worth noting that on the sites where pine and a number of other coniferous species were burned, the first to naturally appear are seedlings or shoots of birch (Figure 9). In turn, these species during the next 20-30 years prepare the ground for mass growth of the main species. But they can also grow simultaneously with self-seeding of the main species. Due to their biological peculiarity – fast growth, deciduous species, in particular birch overtakes the main species in growth during the first vegetation period.



**Figure 9** – Key Site 5. Birch regeneration after the fire

In natural stands there are trees belonging to category IV that have preserved the upper part of the crown, and these trees may serve as seedlings for natural regeneration in the future. Seedlings of 15-30 days old are also observed here in separate clumps. On average 5-6 pieces per 1 m<sup>2</sup>.

In this subdivision of key plot № 5, a medium-intensity overhead fire occurred, and stands up to the top were completely affected by the fire with no possibility of continued growth.

In this key area in Section 5, the forest floor, which was storing seed stock, was deeply burned, which will have a negative impact on natural regeneration.

In this key plot in Section 5, the forest litter, which stored seed stock, is deeply burned, which will have a negative impact on natural regeneration.

The key plot № 6 background plot is located in subdivision 32 of quarter 7 of the Novonezhinskoye lesnichestvo of the Semiozernoye lesnichestvo of the Semiozernoye lesnichestvo.

The area of the forest section is 1.4 hectares, according to the category of protection this forest area belongs to the protective forest belts along railroads

and highways, there are natural forest plantations, the age of which is 93 years. The average height of the plantations is 20 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is 28 centimeters. The main forest-forming species in this area is the common pine. The growing stands belong to the III bonitet. Soil type is hog sand with density index 100 on the dial of Wile Soil density meter, i.e. from 0-14 cm/kg<sup>2</sup>, which is favorable conditions for growth.

According to the latest forest inventory conducted in 2019, the fullness of the stands is 0.6 and the average wood stock is 204 m<sup>3</sup> per hectare, i.e. the wood stock in this plot before the fire was 285.6 m<sup>3</sup>.

At this site, a trial area of 0.25 hectares was established, where a complete enumeration of trees was made to determine the sanitary condition and taxation characteristics of trees.

This key site was selected as a background site characterized by a typical pine forest growing near the highway and the settlement, and birch plantations are also found. The anthropogenic load on the site is high, as the site is located near the settlement and along the highway. In terms of age, the stands are

old-growth. Undergrowth is present in this plot, but with poor dynamics. Mature plantations do not allow growth of young trees, only in a small area, where there is an unshaded and warmed area with tree crowns, there are shrubs and young pine trees. Birch stands are declining due to displacement of the main species.

Key site No. 7 is located in section 27 of quarter 54 of Kalininsky lesnichestvo of Semiozero forestry institution. The area of the forest section is 5.6 hectares, according to the category of protection, this forest area belongs to the protective forest belts along railroads and highways, there are natural forest plantations, the age of which is 53 years. The average height of plantations is 16 meters, and the average trunk diameter at a height of 1.3 meters is

16 centimeters. The main forest-forming species in this area is the common pine. The growing stands belong to the II bonitet.

Soil type is hog sand with a density index of 100 on the dial of the Wile Soil density meter, i.e. from 0-14 cm/kg<sup>2</sup>, which is favorable conditions for growth.

According to the last forest inventory conducted in 2019, the completeness of the stands is 0.7 and the average wood stock is 204 m<sup>3</sup> per hectare, i.e. in this allotment before the fire the wood stock was 1142.4 m<sup>3</sup> [8].

In this plot, there was an upward fire of medium intensity, and the plantations up to the top were completely affected by the fire without the possibility of continued growth (Figure 10).



Figure 10 – Key Site 7.

At this site the minimum height of soot is 14.0 m, and the maximum height of soot is 18.0 m. According to the survey on sanitary condition of plantations belong to V category. During the field survey it is observed that after the fire the natural regeneration is weak, in general the undergrowth on the site and before the fire was insignificant, only single young trees. Weak regeneration is due to the high density of stands, where mature stands hinder the growth and development of undergrowth. Forest litter was completely burned in the fire, and soil seed reserves were destroyed. The process of natural regeneration is possible only after the development of the burned area, i.e. after removal of burned trees

from the area and soil damage during skidding and other logging operations. This increases the likelihood of self-seeding of seeds from nearby seed trees.

### Conclusion

Thus, we have surveyed 7 key areas, among them the most affected by the forest fire are key areas No. 5 and No. 7, where there was a top fire of medium intensity. It should be noted that in the key site No. 5 in section 5 of quarter 7 of Novonezhinskoye lesnichestvo there are middle-aged forest cultures (44 years), and in the key site No. 7 in section 27

of quarter 54 of Kalininskoye lesnichestvo there are middle-aged natural plantations (53 years). The similarity of the two plots is their high fullness (0.7 – 0.8), bonitet (II) and stock per 1 hectare (190 m<sup>3</sup>). The plantations in these plots burned completely without the possibility of continued growth and regeneration, the height of the soot is over 12 meters.

We estimate the average bonitet of all studied key sites as III and this is due to untimely harvesting, which resulted in a decrease in the annual growth of the plantation. Sanitary condition of plantations in key sites №1, №5, №7 is unsatisfactory in comparison with other sites. Soils of the investigated key sites are not compacted and favorable for growth. In key plot No.1 there was a compacted crust in the surface soil layer.

Uneven natural regeneration of common pine after the fire was observed. Predominantly friendly seed sprouting is associated with more moistened lowlands and loosened soil areas.

Factors hindering the natural regeneration of pine forests include deep burning of forest litter and soil cover, mechanical impact on soil and seedlings of machinery used for the development of burned areas, *Rhizina undulata* fungus, which affects the roots of coniferous trees.

Low intensity of natural regeneration is expected in key areas № 5, № 7, where forest litter was completely burned during a strong fire, soil seed stock was destroyed. In the same way, during the development of burned areas the already appeared sprouts will be destroyed under the wheels of machinery.

The main factor contributing to natural regeneration of burned forests is abundant precipitation both in spring and fall. The natural recovery process after fire is uneven. The prolonged drought, which in 2022 contributed to the rapid spread of the fire, has also hindered natural regeneration in the forest in recent years. In 2023, the summer was also dry, with prolonged rains only at the end of the summer, which favored the

germination of pine seedlings. Seed material that failed to sprout in spring began to sprout in the fall, mainly in lowlands where moisture lasts longer. Also during field inspection of the fire sites spring sprouts were found on the sites of winter felling, during which skidding of fallen trees took place, which in turn damaged the topsoil, contributing to the entry of seeds into favorable, relatively prepared for sprouting soils. For the pine forests of this region, moisture, or rather its high level, plays a key role.

Forests that have been damaged by fire urgently need to be developed and cleared to avoid the spread of secondary stem pests and diseases. But this increases the risk of death of young pine seedlings that have already appeared during mechanized works.

The observation series presented in the study are undoubtedly short and do not cover a succession cycle of 100 or more years. At the same time, they make it possible to identify certain regularities of post-pyrogenic forest dynamics to analyze the speed and direction of these processes, as well as to use them in practical activities.

The study of recovery dynamics processes makes it possible to determine the nature and speed of compensation by plant communities for the changes caused by the disturbance factor. The recovery time of a plant community after a disturbance (stabilization time or relaxation time) is its fundamental characteristic. In this connection, the study of recovery processes of boreal forests after external disturbances, as well as a comparative analysis of the features of organization of disturbed and undisturbed communities is an urgent modern problem. The results of the conducted research can be useful in solving the question of the necessity to carry out reforestation measures on the burned areas of Kostanay region.

This study was undertaken as part of grant funding for scientists awarded for scientific and (or) scientific and technical projects from 2023 to 2025 by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (IRN № AP19678305).

## References

1. Abatzoglou J.T., Williams A.P. Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 113 (42), 11770, 2016
2. Dupire S., Curt T., Bigot S., Frejaville T. Vulnerability of forest ecosystems to fire in the French Alps, *Eur. J. For. Res.* 138(4), 1, 2019
3. Vacchiano G., Foderi C., Berretti R., Marchi E., Motta R. Modeling anthropogenic and natural fire ignitions in an inner-alpine valley, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 18, 935, 2018
4. Komarova E.P., Malyukov S.V. Dynamics of renewal of areas covered by forest fires, *Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice*, 5(3), 48, 2014

5. Gavrilova O.I., Pak K.A. Restoration succession after fires in lingonberry pine forests of southern Karelia, Increasing the efficiency of forest complex: Mater. All-Russian scientific and practical conf. with international participation May 22, 22, 275, 2017
6. P. Moore Forest Landscape Restoration After Fires // Forest Retoration in Landscapes, 2005, P.332-338
7. Lea Wittenberg, Nurit Shtober-Zisu Restoring fire-affected soils: The potential of nature-based solutions, Volume 36, December 2023, P.100520
8. State Enterprise “Kazakh Forestry Enterprise” Forestry project of KSU “Semiozernoye Institution of Forestry” of the Department of Natural Resources and Regulation of Nature Management of Akimat of Kostanay region, Volume 1, Explanatory Note, 2019. (In Russian)
9. State Enterprise “Kazakh Forest Enterprise” Forest management project of KSU “Basaman forestry institution” of the Department of Natural Resources and Regulation of Nature Management of Akimat of Kostanay region, Volume 1, Explanatory Note, 2019. (In Russian)
10. Rules of forest felling in the areas of the state forest fund (approved by the order of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan from June 30, 2015 № 18-02/596).
11. Armolaitis, K. Methodical guidelines for assessing the life condition of pine, spruce and birch (in the conditions of the Lithuanian SSR) / K. Armolaitis, R. Barauskas, M. Vaichis, J. Siapiatene, M. Mastauskis, E. Bartkevičius. Kaunas: K. Požela Printing House, 1987. K. Požela, 1987. 31 p.
12. Rozhkov, A.A. Sustainability of forests / A.A. Rozhkov, V.T. Kazak. Moscow: Agropromizdat, 1989. 239 p.
13. Rules of accounting, determination and compensation for damage caused by fires on the territory of the forest fund (approved by the order of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan from January 27, 2015 № 18-02/42). [Electronic resource]. 2015.

**Авторлар туралы мәлімет:**

*Озгелдинова Жанар Озгелдиновна – Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің физикалық және экономикалық география кафедрасының профессор м.а., PhD (Астана қ., Қазақстан, эл. пошта: ozgeldinova@mail.ru)*

*Мукаев Жандос Төлеубекевич (корреспондент-автор) – PhD, доцент, Шөкәрім университетінің жаратылыстану-математикалық факультетінің деканы (Семей қ., Қазақстан, эл. пошта: zhandos.mukaev@mail.ru)*

*Турлыбеков Каршыға Муратханович – инженер, орман патологы МҚКҚ Республикалық Орман Селекциялық тұқым өсіру орталығы” республикалық мемлекеттік қазыналық кәсіпорны (Семей қ., Қазақстан, эл. пошта: karshyga\_94@mail.ru)*

*Жангужина Алтын Амиржановна – Еуразия ұлттық университетінің физикалық және экономикалық география кафедрасының доцент м. а., PhD (Астана, Қазақстан, эл.пошта: altyn@mail.ru)*

*Рамазанова Нургуль Есеновна – Еуразия ұлттық университетінің физикалық және экономикалық география кафедрасының профессор м.а., PhD, Астана, Қазақстан, эл.пошта: nurgulram@gmail.com )*

*М.М. Улыкпанова – Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің физикалық және экономикалық география кафедрасының 8D05213 -География БББ докторанты (Астана, Қазақстан, эл.пошта: ulykpanova@mail.ru)*

**Information about authors:**

*Ozgeldinova Zhanar O. – PhD, acting Professor of the Department physical and economic geography of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: ozgeldinova@mail.ru )*

*Mukayev Zhandos T. (corresponding author) – PhD, Associate Professor, the Dean of the Faculty of Natural and Mathematical Sciences of Shakarim University (Semey, Kazakhstan, email: zhandos.mukaev@mail.ru)*

*Turlybekov Karshyga M. – Forest pathologist engineer, RSE “Republican Forest Breeding and Seed Center” (Semey, Kazakhstan, email: karshyga\_94@mail.ru)*

*Zhanguzhina Altyn A. – PhD, acting Associate Professor of the Department physical and economic geography of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: altyn@mail.ru )*

*Ramazanova Nurgul E. – PhD, acting Professor of the Department physical and economic geography of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, nurgulram@gmail.com)*

*Ulykpanova M.M. – PhD student of the EP 8D05213 -Geography of the Department physical and economic geography of L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, email: ulykpanova@mail.ru)*

*Received: January 02, 2024*

*Accepted: June 17, 2024*

3-бөлім  
**БИОЛОГИЯЛЫҚ  
АЛУАНТҮРЛІКТІ САҚТАУДЫҢ  
ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

---

Section 3  
**ACTUAL PROBLEMS  
OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

---

Раздел 3  
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
СОХРАНЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

Д.А. Ахатаева<sup>1,2\*</sup>, П.В. Веселова<sup>2</sup>,  
З.А. Инелова<sup>1</sup>, Б.Б. Осмонали<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Институт ботаники и фитоинтродукции, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: akhatayeva.89@mail.ru

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ РЕДКОГО ВИДА *TULIPA BORSZCZOWII* REGEL (LILIACEAE) В ПРЕДЕЛАХ КАЗАХСТАНА

В статье представлены результаты критического просмотра доступных гербарных образцов *Tulipa borszczowii* Regel (Liliaceae) – редкого вида, занесенного в Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений (2006); Красные книги: Казахской ССР (1981), Южно-Казахстанской (Туркестанской) области (2002); Республики Казахстан (2014), Кызылординской области (2014). Целью исследования являлось изучение его современного распространения и экологической приуроченности для выявления потенциальных мест произрастания в пределах Республики. Были просмотрены образцы изучаемого вида, хранящиеся в таких крупных Гербариях, как: AA, TASH, MW, LE. Всего за время исследования было просмотрено 147 гербарных образцов. Также в процессе работы был осуществлен скрининг отечественных и зарубежных источников (включая электронные базы данных), содержащих информацию о местах произрастания *Tulipa borszczowii*. В результате исследований дополнено морфологическое описание вида с детализацией диапазона цветовой гаммы долей околоцветника, уточнены северные границы казахстанской части ареала *Tulipa borszczowii*, являющиеся одновременно северными пределами распространения вида в целом и расширен список флористических районов Казахстана в которых он зафиксирован, составлена карта-схема точек местонахождений вида в пределах Республики, сформулированы задачи на дальнейшие исследования, в частности необходимость проведения биометрических исследований и уточнения, как северо-западных, так и северо-восточных пределов произрастания *Tulipa borszczowii*.

**Ключевые слова:** редкий вид, красная книга, *Tulipa borszczowii*, ареал, гербарный образец, картирование.

D.A. Akhatayeva<sup>1,2\*</sup>, P.V. Vesselova<sup>2</sup>, Z.A. Inelova<sup>1</sup>, B.B. Osmonali<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: akhatayeva.89@mail.ru

### Peculiarities of ecological and geographical habitat of the rare species *Tulipa Borszczowii* Regel (Liliaceae) within Kazakhstan

The article presents the results of critical review of available herbarium specimens of *Tulipa borszczowii* Regel (Liliaceae) – a rare species listed in the List of Rare and Threatened Plant Species (2006); Red Books: Kazakh SSR (1981), South Kazakhstan (Turkestan) region (2002); Republic of Kazakhstan (2014), Kyzylorda region (2014). The aim of the study was to investigate its current distribution and ecological habitat to identify potential growing sites within the Republic. Specimens of the studied species stored in such major Herbaria as: AA, TASH, MW, LE were reviewed. A total of 147 herbarium specimens were viewed during the study. Also, in the process of work was carried out screening of domestic and foreign sources (including electronic databases) containing information on the places of *Tulipa borszczowii* growth. As a result of the research: the morphological description of the species was supplemented with detailing the range of color gamma of perianth lobes; the northern boundaries of the Kazakh part of the *Tulipa borszczowii* area were specified, which are simultaneously the northern limits of distribution of the species as a whole and the list of floristic areas of Kazakhstan in which it is fixed was expanded; a map-scheme of the species locations within the Republic was drawn up; The tasks for further research are formulated, in particular, the need for biometric studies and clarification of both the northwestern and northeastern limits of *Tulipa borszczowii* growth.

**Key words:** rare species, the red book, *Tulipa borszczowii*, range, herbarium specimen, mapping.

Д.А. Ахатаева<sup>1,2\*</sup>, П.В. Веселова<sup>2</sup>, З.А. Инелова<sup>1</sup>, Б.Б. Осмонали<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: akhatayeva.89@mail.ru

### Қазақстан шегінде сирек кездесетін *Tulipa borszczowii* Regel (Liliaceae) түрінің экологиялық-географиялық белгілерінің ерекшеліктері

Мақалада *Tulipa borszczowii* Regel (Liliaceae) қолжетімді гербарий үлгілерін сыни тұрғыдан қарау нәтижелері келтірілген – сирек кездесетін және жойылып кету қаупі төнген өсімдік түрлерінің тізіміне енгізілген сирек түрлер (2006); Қызыл кітаптар: Қазақ КСР (1981), Оңтүстік Қазақстан (Түркістан) облысы (2002); Қазақстан Республикасы (2014), Қызылорда облысы (2014). Зерттеудің мақсаты республика шегінде әлеуетті өсу орындарын анықтау үшін оның қазіргі заманғы таралуы мен экологиялық орайластырылуын зерттеу болды. Зерттелетін түрдің үлгілері АА, TASH, MW, LE сияқты ірі гербарий қорларында сақталған. Зерттеу барысында барлығы 147 гербарий үлгісі қаралды. Сондай-ақ, жұмыс барысында *Tulipa borszczowii* өсу орындары туралы ақпаратты қамтитын отандық және шетелдік дереккөздерге (электрондық дерекқорларды қоса алғанда) скрининг жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде: гүлсеріктернің түс гаммасының диапазоны егжей-тегжейлі түрдің морфологиялық сипаттамасы толықтырылды; түрдің жалпы таралуының Солтүстік шегі болып табылатын *Tulipa borszczowii* диапазонының қазақстандық бөлігінің солтүстік шекаралары нақтыланды және ол тіркелген Қазақстанның флористикалық аудандарының тізімі кеңейтілді; Республика шегінде түрдің орналасу нүктелерінің карта-сызбасы жасалды; одан әрі зерттеуге арналған міндеттер, атап айтқанда *Tulipa borszczowii* өсуінің солтүстік-батыс және солтүстік-шығыс шектерін биометриялық зерттеулер жүргізу және нақтылау қажеттілігі тұжырымдалды.

**Түйін сөздер:** аз кездесетін түр, *Tulipa borszczowii*, ареалы, гербарий үлгісі, картаға түсіру.

#### Введение

В настоящее время в связи с постоянно усиливающейся антропогенной нагрузкой на природные экосистемы в активно развивающихся регионах наблюдается снижение биологического разнообразия, в том числе его ботанической составляющей. В первую очередь, это касается растений уязвимых к различного рода нарушениям почвенно-растительного покрова. Как правило, в эту группу попадают большинство редких, значительная часть реликтовых и некоторые эндемичные виды.

Казахстан является одним из центров видового разнообразия рода *Tulipa* L., представленного в его флоре более 40 видами. Тюльпаны, произрастающие в пустынных и полупустынных регионах, на которые приходится более 40% территории нашей страны, занимают особое место и требуют постоянного внимания ботаников. Как и любые другие виды этого рода они являются ценными декоративными растениями, перспективными для использования в озеленении городов и населенных пунктов Центрального и особенно Южного Казахстана, а также источниками гермоплазмы для селекционной работы. Так, именно природные виды тюльпанов являются дикими сородичами культурных сортов.

Кроме того, помимо высоко декоративных свойств дикорастущие виды тюльпанов имеют

значительную этническую культурную ценность.

Основной целью исследований являлось изучение современного распространения и экологической приуроченности редкого представителя рода *Tulipa* L. – *T. borszczowii* Regel, включенного в состав основного документа по охраняемым государством видам, а именно в Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений [1] для выявления потенциальных мест произрастания в пределах Республики.

#### Материалы и методы

Объектом исследований является редкий, занесенный в Красную книгу Казахстана [2, 3], а также в Красные книги Южно-Казахстанской (ныне Туркестанской) [4] и Кызылординской [5] областей вид – *Tulipa borszczowii* Regel (тюльпан Борщова). Он был описан в 1868 г. Э.Л. Регелем по сборам 1857 г. из Приаральских Каракумов, сделанных И.Г. Борщовым (1833-1878) – известным русским ботаником: «*Tulipa borszczowii* Regel, Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 41: 438 (1868)». Тип вида хранится в отделе типовых образцов Гербарного фонда (LE) Ботанического института им. В.Л. Комарова в Санкт-Петербурге. Там же хранится гербарный образец этого вида, собранный в 1849 г. на побережье Аральского моря (в окрестностях укрепления Райым) так-

же известным мореплавателем А.И.Бутаковым (1816-1869).

Предметом изучения явилось современное распространение тюльпана Борщова на основе критического просмотра гербарных коллекций, а также скрининга данных отечественных, зарубежных литературных источников и собственных сборов авторов, осуществленных в Кызылординской области в 2018 г.

В процессе исследований были просмотрены образцы изучаемого вида, хранящиеся в гербарных коллекциях следующих фондов: Гербария (AA) Института ботаники и фитоинтродукции КЛХЖМ МЭПР РК; Гербария (MW) Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Гербария (TASH) Института ботаники НАН Узбекистана; Гербария (LE) Ботанического института им. В.Л. Комарова. Кроме того, были использованы данные, приводимые на некоммерческом веб-сайте «Плантариум».

Всего за время исследования было просмотрено 147 гербарных образцов *Tulipa borszczowii* и изучены все доступные фотоматериалы, включая фотографии, размещенные в Плантариуме. Самые ранние сборы вида, хранящиеся в Санкт-Петербурге (LE 01266295) относятся к середине XVIII: «Собраны на поверхности в оврагах Раима» 26.04.1849 г. (форт Раим, известный как Аральское укрепление расположен в 22 км к юго-западу от пос. Камыстобе и в 41 км к северо-западу от пос. Айтеке-би, ныне являющегося районным центром Казалинского района Кызылординской области).

### Результаты и обсуждение

Изучаемый вид относится к роду *Tulipa* L., описанному в 1753 г. К. Линнеем, трибы Tulipeae семейства Liliaceae A.L. de Juss. Типификацией линейных названий в семействе лилейных продолжают заниматься до сих пор [6]. Семейство Liliaceae входит в состав порядка Liliales, надпорядка Lilianae подкласса Liliidae класса Liliopsida (Monocotyledones) [7].

Классификацией (систематикой) непосредственно рода *Tulipa* в свое время занимались такие известные ботаники, как E. Regel [8] и J. Baker [9]. Эти авторы в своей системе в качестве определяющих видовую принадлежность использовали такие признаки, как наличие или отсутствие опушения на внутренних листочках околоцветника и основании тычинок.

В XX веке систематикой рода *Tulipa*, в том числе изучением его эволюционного развития,

активно занимались, как отечественные (советские) ботаники, в частности З.В. Бочанцева [8], так и зарубежные – Van Raamsdonk [10].

Говоря об изучении тюльпанов Казахстана и не только, причем по широкому кругу вопросов (от морфологии, экологии и географии природных популяций отдельных видов до их интродукции и особенно охраны), в первую очередь, следует отметить работы А.А. Иващенко [11-13]. Значительный объем информации о результатах многолетних исследований этой группы видов содержится в ее монографии «Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана» [12].

Среди наиболее важных научных и научно-популярных работ по результатам изучения рода *Tulipa* укажем статью «Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae)» [14] и фундаментальный труд «The Genus *Tulipa*. Tulips of the World» [15] ученых из Великобритании.

Значимые результаты изучения тюльпанов флоры Узбекистана отражены в работах «Revision of the genera and species of *Tulipeae*» К. Тожибаева и Н. Бешко [16] и «Distribution and Current State of Rare and Endangered Tulips (Liliaceae) Arid Zones of Uzbekistan» О. Абдураимова, Х. Шомуродова, О. Маматкузимов [17].

Во флоре Казахстана из семейства *Liliaceae*, объединяющего по всему миру значительное количество родов и видов [18], встречается более трех десятков тюльпанов [11], 18 из которых, включая *Tulipa borszczowii* являются редкими [3].

В результате просмотра литературных источников по *Tulipa borszczowii*, нами было составлено расширенное описание его морфологических и биологических характеристик:

Многолетнее луковичное растение, в среднем около 30 см. Луковица яйцевидная, в среднем 2-4 см. толщ., с крепкими кожистыми черно-бурыми, доходящими до поверхности земли оболочками с внутренней стороны обильно шерстистыми. Стебель голый, (7) 20-40 см, надземная часть в 1½-2 раза короче подземной. Цветонос тоже голый. Листья в числе 4, расставленные, сизые, отогнутые, курчавые, голые, кверху быстро уменьшающиеся; самый нижний лист ланцетный или продолговато-ланцетный, 9 см дл. и 1½-4½ см шир.; верхний лист иногда превышает цветок. Цветок одиночный, колокольчатый, широко раскрывающийся, с широким дном, прямостоячий; листочки околоцветника могут быть различной окраски: желтые (рис. 1); желтые со слабо (рис. 2) или с сильно (рис. 3) выраженной розовой или



оранжевой полосой на наружной стороне внешнего круга долей околоцветника; оранжевые или оранжево-красные, либо оранжевые с красной полосой (на наружной стороне внешнего круга долей околоцветника) (рис. 4) и, наконец, красные или алые (к примеру, Ф. Шакула, находясь 27.04.2021 г. на территории Западной Бетпакдалы (в окрестностях поселка Кыземшек (бывший Степной) Сузакского района Туркестанской области) зафиксировал (сфотографировал) красноцветковую форму тюльпана Борщова [19]); все цветки с темно-фиолетовым или почти черным пятном при основании, которое отчетливо видно снаружи; 3-6 см дл., постепенно заостренные, заканчивающиеся слегка опушенным острием; наружные – ромбические или яйцевидные, 4,5 см

дл. и 2 см ширины, внутренние – обратно-треугольно-яйцевидные, более узкие; тычинки значительно (в 2½-3 раза) короче околоцветника, их нити голые, как и пыльники темно-фиолетовые или черные. Пыльца темно-фиолетовая или черная. Завязь немного короче тычинок, зеленая с отчетливо лопастным желтым рыльцем. Коробочка – тупо округлая, 1,5-2 см толщины, 2,5-4,5 см длины. Размножение семенное, редко вегетативное. Количество нормально развитых семян до 227. Цветет *Tulipa borszczowii* в конце апреля – начале мая, плодоносит в конце мая-июне.

По строению луковицы и общему габитусу *Tulipa borszczowii* сходен с *T. Lehmanniana* Merckl. – видом в синонимы к которому согласно данным POWO относится *T. behmiana* Regel.



Рисунок 1 – Желтоцветковая (чистая) форма *Tulipa borszczowii*



Рисунок 2 – Желтоцветковая форма *Tulipa borszczowii* с неширокой бледно-оранжевой полосой



Рисунок 3 – Пестроцветная форма *Tulipa borszczowii*



Рисунок 4 – Оранжевоцветковая форма *Tulipa borszczowii* с красной полосой



Рисунок 5 – *Tulipa buhseana*



Рисунок 6 – *Gagea bergii*

Кзылординская область, Казалинский район, у выезда в Айтеке-би, выровненные пески (апрель, 2018)

Произрастает этот вид обычно в песчаных и песчано-глинистых, реже глинистых зональных и подгорных пустынях. Так, в пределах Казахстана он постоянно отмечается у подножий хребта Сырдарьинский Каратау (см. прил.). Являясь эфемероидом *Tulipa borszczowii* встречается в псаммофитно-эфемерово-полынных, псаммофитно-эфемероидно (осоково)-полынных, эфемерово-полынно-боялычевых, полынно-биюргуновых сообществах вместе с другими эфемероидами (*Tulipa buhseana* Boiss. (рис. 5), *Gagea bergii* Litv, *Carex physodes* M. Bieb., *Iris tenuifolia* Pall.) и эфемерами (*Ceratocephala orthoceras* DC., *Leptaleum filifolium* (Willd.) DC., *Alyssum desertorum* Stapf.), а также в зарослях тамариска.

Исследования гербарных образцов и других материалов по тюльпану Борщова показало, что диапазон изменчивости его признаков изучен недостаточно и необходимо проведение специальных биометрических исследований, результаты которых будут представлены в следующей публикации.

Что касается распространения этого вида в пределах Казахстана, то согласно данным М.С.Байтенов [20], приводимых им в книге «В мире редких растений» (1986) в отношении распространения *Tulipa borszczowii* Regel пишет следующее: «Тюльпан Борщова имеет незначительное распространение на севере Кызылкумов и Приаральских Каракумов». А.А. Ивашенко (2005), говоря о распространении этого вида, помимо Приаральских пустынь (Средняя Азия) и Кызылкумов отмечает, что на западе он «доходит до низовий реки Сарысу и окраины пустыни Бетпақдала (Кзылординская и Южно-Казахстанская – ныне Туркестанская) области.

З.П. Бочанцева [8] определяет пустынные равнины Турана как один из подрайонов Центральноазиатского центра разнообразия представителей рода *Tulipa*. Большая часть казахстанской части ареала *Tulipa borszczowii* лежит в пределах Западно-Северотуранской подпровинции Северотуранской провинции [21]. Меньшая ее часть относится к территории Центрально-Северотуранской провинции (Бетпақдалинский флористический район: «Западная Бетпақдала. Колодец Чолак-эспе. Опесчаненная низина, склоны холмов. 19.05.1936 г. Миронов Б., Пазий В.» (TASH); «Туркестанская обл., Сузакский р-н, Западная Бетпақ-Дала, окр. пос. Кыземшек (бывш. Степной), равнинная полынно-боялыч-ная пустыня, на супесчаной почве. 27.04.2021 г. Федор Шакула» [19].

В результате генерализации имеющейся информации была составлена точечная карта-схема распространения (местонахождений) тюльпана Борщова в пределах Казахстана (рис. 7).

Что касается общего распространения *Tulipa borszczowii*, то скрининг, имеющийся по этому вопросу данных, показал, что этот вид не является эндемичным для Казахстана растением. Он встречается также на территории Узбекистана [16, 17]. Более того в фундаментальной монографии «The Genus Tulipa. Tulips of the World» (2013) авторами указывается, что в 1860-х годах *Tulipa borszczowii* был собран Д. Эйтчисоном недалеко от Герата в Афганистане: «Ранней весной равнины между Чазма-сальцем и Тирфулом расцвечены этим видом, который варьируется от всех оттенков красного до чисто желтого, основание околоцветника всегда темно-фиолетового цвета. Местные жители собирают и едят луковицы, которые имеют довольно приятный аромат» [15].

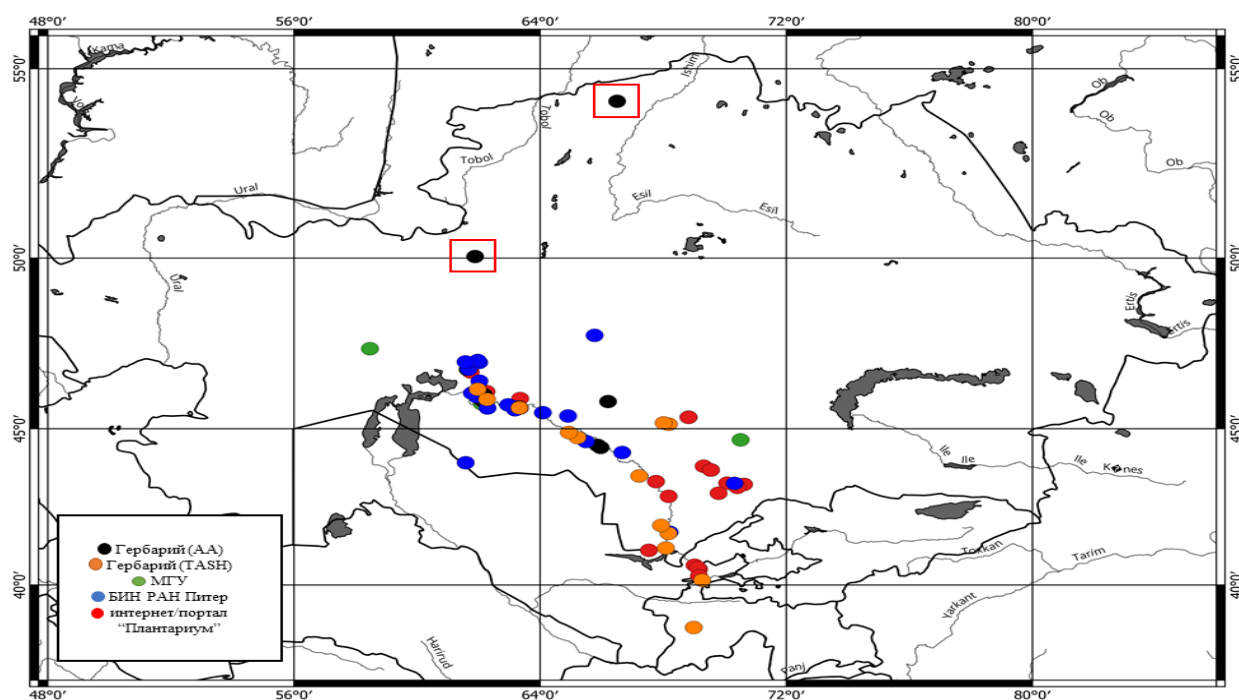


Рисунок 7 – Карта-схема распространения *Tulipa borszczowii* по изученным гербарным образцам

Помимо того, что *Tulipa borszczowii* сам по себе является редко встречающимся в природе видом, среди основных угроз для него указывается, как правило, «интенсивный выпас скота на местах произрастания растения» [20]. В этом убедились и авторы статьи будучи на территории Кызылординской области в экспедиции в 2018 г., в частности в Казалинском районе. По нашим наблюдениям наибольший ущерб природным популяциям тюльпана Борщова наносится на пастбищных угодьях близ поселков и вдоль автомобильных дорог.

В настоящее время тюльпан Борщова охраняется в урочище Каскакулан, относящегося к территории заповедника Барса-Кельмес, где произрастает в сообществах с доминированием полыни белоземельной, а также в саксаульниках и сарсазанниках [22]. Кроме того, этот вид отмечается на участках Рамсарских угодий по сохранению ВБУ, вошедших в состав этого заповедника в 2020 г. [23].

Полученные данные дают ценное представление о распространении *Tulipa borszczowii* Regel и позволяют сформулировать реальные рекомендации и предложения по их сохранению.

## Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в настоящее время в пределах Казахстана редкий вид *Tulipa borszczowii* произрастает в пределах пустынной зоны, не встречаясь севернее пустыни Бетпакдала. Он встречается в: Приаральском, Мойынкумском, Кызылкумском и Бетпакдалинском (Западная Бетпакдала) флористических районах. Однако кроме зональных пустынь он встречается также в предгорных равнинах, к примеру в предгорьях Сырдарьинского Каратау. Общий ареал *Tulipa borszczowii* охватывает помимо пустынных регионов Казахстана также пустыни Узбекистана и встречается в Афганистане. Окраска цветков данного вида варьирует у разных экземпляров от чисто желтой до алой, с множеством переходных форм, имеющих полосы разной ширины (с размытыми границами) на наружной стороне внешнего круга долей околоцветника.

Исследования выполнены в рамках реализации грантового проекта ИРН АР19679078 «Изучение видового разнообразия экотонной территории северо-восточной Бетпакдалы для сохранения реликтового генофонда аридной флоры Казахстана» (руководитель к.б.н., Веселова П.В.)

Таблица – Данные этикеток гербарных изученных образцов

| Флористический район  | Данные этикеток   | Координаты                 | Коллекторы   | Дата сбора    |
|---|---|----------------------------|--|---------------|
| Гербарный фонд Института ботаники и фитоинтродукции (АА)            |   |                            |  |               |
| Кзыл-Ординский  | Тургайское третичное плато в 90 км на север от Кзыл-Орды, полынно-биюргуновое пустыня и выходы камней на вершине                        | N 50.045750<br>E 61.883768 | Гамаюнова А. П.                                    | 28.04.1948 г. |
| Приаральский  | Сыр-Дарьинск. обл. Казалинск у. Пески неподвижные бл.ст.ж.д. Аральское море   | N 46.794235<br>E 61.640380 | Андросов Н. В.                                     | 22.04.1910 г. |
| Приаральский  | Северное Приаралье. Пески Приаральские Кара-Кумы, урочище Маймак  | N 54.180796<br>E 66.499004 | Лушпа О. У.  | 24.05.1957 г. |
| Кзыл-Ординский  | Тургайское третичное плато в 150 км на север от Кзыл-Орды. Вершина песчаного бугра  | N 46.043932<br>E 62.167122 | Гамаюнова А. П.                                    | 28.04.1948 г. |
| Кзыл-Ординский  | На песчано-глинистых местах близ ж.д.ст. Тюрятам  | N 45.661269<br>E 63.312134 | Домбровский Г.                                     | 25.04.1930 г. |
| Кзыл-Ординский  | Правобережье р. Сыр-Дарьи, заросли тамариска  | N 44.491722<br>E 65.861408 | Гамаюнова А. П.                                    | 22.04.1948 г. |
| Кзыл-Ординский  | Кзылординская область, Казалинский район, у выезда в Айтеке-би, выровненные пески   | N 45.970145<br>E 62.122130 | Веселова П.В.,<br>Шорманова А.А.,<br>Осмонали Б.Б. | 16.04.2018 г. |
| Кзыл-Ординский  | Кзылординская обл., Казалинский р., выроченные пески, 8 км от Айтеке-би, к востоку  | N 45.864697<br>E 62.113631 | Данилов М.П. и др.                                 | 17.04.2018 г. |
| Кзыл-Ординский  | Правобережье р. Сыр-Дарьи в 26 км от моста Оспан-капыр. Песчаные бугры  | N 44.422962<br>E 65.962811 | Гамаюнова А.П.                                     | 25.04.1948 г. |
| Кзыл-Ординский  | Третичное плато, пески в 18 км на юг от озера Арыс-куль   | N 45.829825<br>E 66.204678 | Гамаюнова А.П.                                     | 28.04.1948 г. |
| Мойынкумский  | Муюн-Кумы. Саксаульники Коскудукской лесной дачи. Вблизи 51 разъезда ж.д. На песках   | N 44.065332<br>E 77.303027 | Фисюн В.В.   | 23.04.1948 г. |
| Мойынкумский  | Пески в низовьях р. Чу  | N 44.218205<br>E 73.055021 | Рубцов Н.И.  | 14.05.1948 г. |
| Материал цифрового гербария (MW) МГУ им. М.В. Ломоносова            |   |                            |  |               |
| Кзыл-Ординский  | Казахская ССР, на песчано-глинистых местах близ ж.-д.ст. Тюря-Там   | N 45.650206<br>E 63.316397 | Домбровский Г.<br>Введенский А.И.                  | 25.04.1930 г. |
| Кзыл-Ординский  | Сыр-Дарьинская обл., Казалинский у. близ ст. ж.-д. у Аральского моря  | N 45.764917<br>E 62.099790 | Андросов Н.  | 25.04.1910 г. |
| Кзыл-Ординский  | Кзыл-Джар, Сыр-Дарьинская обл., в 40 верстах от устья Сыр-Дарьи, на глинистой почве   | N 44.657886<br>E 70.510310 | Лоренц Л.  | 20.04.1921 г. |
| Кзыл-Ординский  | Сыр-Дарьинская обл., Казалинский у. На глинистых песках близ ст.ж.-д. Аральское море  | N 46.026988<br>E 61.909620 | Андросов Н.В.                                      | 22.04.1910 г. |
| Приаральский  | Западный Казахстан, дорога в 110 км КВ Аральска   | N 48.338067<br>E 56.646961 | Баранова К.В.                                      | 04.06.1974 г. |
| Виртуальный гербарий Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН |   |                            |  |               |
| Кзыл-Ординский  | Казахская ССР, на песчано-глинистых местах близ ж.-д. ст. Туря-там  | N 45.661269<br>E 63.312134 | Домбровский Г.<br>Введенский А.И.                  | 25.04.1930 г. |
| Приаральский  | Гора Раимская (стар. укрепл.) недалеко водокачки ст. Камышлы-баш, ж.-д. на берегу Сыр-Дарьи, по склону и наверху, редко, песчаная почва | N 46.085714<br>E 61.787137 | Введенский А.И.                                    | 05.08.1934 г. |
| Кзыл-Ординский  | Станция Джусалы, Ташк. ж.-д. супесок, редко   | N 45.492632<br>E 64.085763 | Введенский А.И.                                    | 05.08.1934 г. |

| Флористический район                       | Данные этикеток   | Координаты                  | Коллекторы                         | Дата сбора                     |
|--|---|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Кзыл-Ординский                             | Станц. Бик-Баули, Ташк. ж.-д., песок, изредко   | N 45.975032<br>E 61.941960  | Введенский А.И.                    | 05.08.1934 г.                  |
| Приаральский                               | Сыр-Дарьинская обл., Перовский у., Ташк. ж.-д. Ст. Камышты-баш  | N 46.192476<br>E 61.979151  | Введенский А.И.                    | 19.05.1914 г.<br>05.08.1934 г. |
| Кзыл-Ординский                             | Сыр-Дарьинская обл., Казалинский у., на неподвижных песках бл. ст.ж.-д. Аральское море  | N 46.801107<br>E 61.674761  | Андросов Н.В.<br>Введенский А.И.   | 22.04.1910 г.<br>11.05.1910 г. |
| Кзыл-Ординский                             | Казалинск, Сыр-Дарья  | N 45.634522<br>E 62.287910  | Введенский А.И.                    | 05.08.1934 г.                  |
| Приаральский                               | Приаральские Каракумы, уроч. Коскемпыр, черный саксаульник, супесь  | N 47.001065<br>E 62.017286  | Дотшильд Е.<br>Васильченко И.Т.    | 26.04.1958 г.                  |
| Приаральский                               | Пустыни Кара-кум  | N 47.058187<br>E 61.971800  | Введенский А.И.                    | 20.05.1881 г.                  |
| Кзыл-Ординский                             | Собраны на поверхности в оврагах Раима  | N 46.084055,<br>E 61.781314 | Введенский А.И.                    | 26.04.1849 г.<br>05.08.1934 г. |
| Кызылкумский                               | Сырдаринская обл., Перовский у., Предгорный Каратау   | N 43.299715<br>E 70.315590  | Никольский В.В.<br>Введенский А.И. | 1912 г./<br>05.08.1934 г.      |
| Кзыл-Ординский                             | Сыр-Дарьинская обл., пески между ст. Тюра-Там и Бей-Хожа, Ташкентский ж.д   | N 45.687620<br>E 63.075504  |                                    | 26.06.1958 г.                  |
| Кызылкумский                               | ЮВ Кызылкумы, в 6 км на СЗ от Чардарьинской плотины. Широкое понижение среди бугристых песков с эфемерово-полынной асс  | N 67,83333<br>E 41,31667    | Макарчук В.Е.<br>Введенский А.И.   | 19.04.1965 г.                  |
| Гербарий института ботаники TASH – Ташкент |   |                             |                                    |                                |
| Кзыл-Ординский                             | Сыр-Дарьинская обл. Казалинский уезд. На неподвижных песках близ ст. ж/д Аральское море   | N 61,75001<br>E 46,78333    | Андросов Н.В.                      | 22.04.1910 г.<br>11.05.1910 г. |
| Кызылкумский                               | Казахская ССР. На песчано-глинистых местах близ ж/д ст. Тюря-там  | N 63,33333<br>E 45,66667    | Домбровский Г.<br>Введенский А.И.  | 25.04.1930 г.                  |
| Кызылкумский                               | Станция Биик-Баули Ташкентской ж/д. Песок, изредка  | N 61,91667<br>E 46,00000    | Штукенберг Е.К.<br>Введенский А.И. | 27.03.1909 г.                  |
| Кзыл-Ординский                             | Сырдарьинская обл. Казалинский уезд. На неподвижных песках близ станции железное дорога «Аральское море»  | N 45.894539<br>E 62.270637  | Андросов Н.В.<br>Введенский А.И.   | 22.04.1910 г.                  |
| Кызылкумский                               | Станция Тюра-там. Ташкентское железное дорога. Сильно опесчаненное пространство   | N 45.639864<br>E 63.324397  | Введенский А.И.                    | 22.04.1929 г.                  |
| Бетпакадалин-ский                          | Западная Бетпак-дала. К Северу, отколодец Шолакеспе. Равнина  | N 45.139155<br>E 68.178986  | Миронов Б.<br>Пазий В.             | 21.05.1936 г.                  |
| Кзыл-Ординский                             | Сырдарьинская обл. Казалинский уезд. Пески близ станции железное дороги Аральского море   |                             | Андросов Н.В.                      | 22.04.1910 г.                  |
| Плантариум                                 |   |                             |                                    |                                |
| Бетпакадалинский                           | Цветущие растения. Казахстан, вост. предгорья хр. Каратау, пустынное плато над сев. кромкой котловины оз. Кызылколь, межколейная полоса проселочной дороги                          | N 43.305039<br>E 70.073801  | Колбинцев В.                       | 14.04.2022 г.                  |
| Бетпакадалинский                           | Цветущие растения. Казахстан, Туркестанская обл., Сузакский р-н, Западная Бетпак-Дала, окр. пос. Кыземшек (бывш. Степной), равнинная полынно-боялычная пустыня, на супесчаной почве | N 45.352595<br>E 68.820137  | Шакула Ф.                          | 27.04.2021 г.                  |

Продолжение таблицы

| Флористический район | Данные этикеток  | Координаты                 | Коллекторы     | Дата сбора    |
|----------------------|--|----------------------------|----------------|---------------|
| Кызылкумский         | Цветущее растение. Казахстан, Туркестанская обл., вблизи Коксарайского контррегулятора, присырдарьинская лесовая равнина, полынно-эфемеровое сообщество              | N 42.88880<br>E 68.17276   | Белоусов Е.    | 22.04.2021.   |
| Бетпақдалинский      | Цветущее растение. Южный Казахстан, Закаратауская равнина, северный берег оз. Акколь   | N 43.267572<br>E 70.623505 | Белоусов Е.    | 07.04.2019.   |
| Приаральский         | Цветущее растение. Казахстан, Кызылординская обл., 40 км севернее пос. Айтеке-Би; Приаральских Каракумы, пески Сарыкум   | N 46.130000<br>E 62.256000 | Горбунов П.    | 30.04.2018.   |
| Кзыл-Ординский       | Цветущие растения. Казахстан, Кызылординская обл., Чиилинский р-н, 70 км севернее г. Шиели, западное подножие горы Даут, песчаная пустыня, обочина отсыпанной дороги | N 44.474409<br>E 66.554832 | Горбунов П.    | 21.04.2014 г. |
| Кзыл-Ординский       | Цветущее растение. Казахстан, Туркестанская обл., Жанакорганский р-н, 23 км западнее с. Тогускен; Кызылкумы, пески   | N 43.306280<br>E 67.121792 | Горбунов П.    | 03.04.2019 г. |
| Бетпақдалинский      | Цветущее растение. Казахстан, вост. предгорья хр. Каратау, равнина над сев. кромкой чинка котловины оз. Кызылколь, глинистая полынная пустыня                        | N 43.839006<br>E 69.311930 | Колбинцев В.   | 25.04.2017 г. |
| Кызылкумский         | Цветущее растение. Казахстан, Кызыл-Ординская обл., г. Байконур, левый берег р. Сыр-Дарья у понтонной переправы  | N 45.633962<br>E 63.338799 | Данилевский Ю. | 24.04.2010 г. |
| Приаральский         | Цветущее растение. Казахстан, Кызылординская область, окр. г. Аральск, песчаная пустыня  | N 46.768819<br>E 61.674737 | Пирогов Ю.     | 26.04.2011 г. |

## Литература

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 года № 1034 Об утверждении Перечней редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных
2. Красная книга Казахской ССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. – Ч. 2: Растения. – Алма-Ата, 1981.
3. Красная книга Казахстана: растения. Астана: Art Print XXI LLP, 2014. – С. 452
4. Государственный кадастр растений Южно-Казахстанской области/ Красная книга – Дикорастущие редкие и исчезающие виды растений. – Научно-издательский центр. Фылым. Алматы – 2002.
5. Редкие и исчезающие виды растений Кызылординской области (Красная книга). – Алматы 2014.-101 б./ С. 47-48.
6. Perruzzi, L. and Jarvis, C.E. Typification of Linnaean names in Liliaceae // Taxon. – 2009. – Vol. 58. – P. 1359–1365.
7. Takhtajan, A.L. Diversity and classification of flowering plants / A.L. Takhtajan. – New York: Columbia University Press, 1997. – 558 p.
8. Бочанцева З. П. Тюльпаны. Морфология, цитология и биология / З. П. Бочанцева. – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1962. – 406 с.
9. Baker J.G. Revision of the genera and species of *Tulipeae* / J.G. Baker // Journal of the Linnean Society, Botany. – London. – 1874. – Vol. 14. – P. 10–19.
10. Van Raamsdonk, L.W.D. Species relationships and taxonomy in *Tulipa* subg. *Tulipa* (Liliaceae) // Plant Syst Evol. – 1995. – Vol. 195. – P. 13–44.
11. Иващенко А. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана. – [Б. и.], 2005.
12. Иващенко А.А. «Цветковые растения юго-востока Казахстана», 2008 г./С. 7-10, 94-95.
13. Иващенко А. А. и др. Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении генофонда дикорастущих тюльпанов южного Казахстана //Исследование живой природы Кыргызстана. – 2023. – №. 2. – С. 155-158.
14. Christenhusz, M. et al. // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2013. – Vol. 172. – P. 280–328.
15. Diana Everett, Michael F. Fay, Maarten J. M. Christenhusz, Richard Wilford, Royal Botanic Gardens, Kew “The Genus *Tulipa*. Tulips of the World” (“Род Тюльпан. Тюльпаны мира”) 2013г./С. 187-189.

16. Tojibaev, K. & Beshko, N. (2017). Révision et distribution du genre Tulipa (Liliaceae) en Ouzbékistan. Journal de Botanique Société de Botanique de France 78: 49-60.
17. Ozodbek S. Abduraimov, Habibullo F. Shomurodov, Sultankul A. Daniyarov, Odilbek T. Mamatkasimov, Muxridin I. Teshayev. Distribution and Current State of Rare and Endangered Tulips (Liliaceae) Arid Zones of Uzbekistan // January 2020 American Journal of Plant Sciences 11(05):736-744.
18. Engler A. Liliaceae. In «Die Natürlichen Pflanzenfamilien» / A. Engler and K. Prantl, Eds. – Leipzig, 1888. – Vol. 2 – P. 10–91.
19. <https://www.plantarium.ru/page/image/id/693073.html> (Ф. Шакула)
20. Байтенов М.С. В мире редких растений. Алма-Ата, 1986. – С. 83-84.
21. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области)». – СПб, 2003. – С. 424.
22. <https://silkadv.com/en/content/flora-zapovednika-barsa-kelmes>
23. Постановлением Правительства Республики Казахстан №484 от 29.07.2020 г.

## References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 oktyabrya 2006 goda № 1034 Ob utverzhdenii Perechnij redkih i nahodyashchihysya pod ugrozoy ischeznoveniya vidov rastenij i zhivotnyh
2. Krasnaya kniga Kazahskoj SSR. Redkie i nahodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnyh i rastenij. – Ch. 2: Rasteniya. – Alma-Ata, 1981.
3. Krasnaya kniga Kazahstana: rasteniya. Astana: Art Print XXI LLP, 2014. – S. 452
4. Gosudarstvennyj kadastr rastenij Yuzhno-Kazahstanskoj oblasti/ Krasnaya kniga – Dikorastushchie redkie i ischezayushchie vidy rastenij. – Nauchno-izdatel'skij centr. Fylym. Almaty – 2002.
5. Redkie i ischezayushchie vidy rastenij Kyzylordinskoj oblasti (Krasnaya kniga). – Almaty 2014.-101 b./ S. 47-48.
6. Perruzzi, L. and Jarvis, C.E. Typification of Linnaean names in Liliaceae // Taxon. — 2009. — Vol. 58. — P. 1359—1365.
7. Takhtajan, A.L. Diversity and classification of flowering plants / A.L. Takhtajan. – New York: Columbia University Press, 1997. – 558 p.
8. Bochancheva Z. P. Tyul'pany. Morfologiya, citologiya i biologiya / Z. P. Bochancheva. – Tashkent: Izd-vo AN UzSSR, 1962. – 406 s.
9. Baker J.G. Revision of the genera and species of Tulipeae / J.G. Baker // Journal of the Linnean Society, Botany. – London. – 1874. – Vol. 14. – P. 10–19.
10. Van Raamsdonk, L.W.D. Species relationships and taxonomy in Tulipa subg. Tulipa (Liliaceae) // Plant Syst Evol. — 1995. — Vol. 195. — P. 13—44.
11. Ivashchenko A. Tyul'pany i drugie lukovichnye rasteniya Kazahstana. – [B. i.], 2005.
12. Ivashchenko A.A. «Cvetkovye rasteniya yugo-vostoka Kazahstana», 2008 g./S. 7-10, 94-95.
13. Ivashchenko A. A. i dr. Rol' osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij v sohranении genofonda dikorastushchih tyul'panov yuzhnogo Kazahstana //Issledovanie zhivoj prirody Kirgystana. – 2023. – №. 2. – S. 155-158.
14. Christenhusz, M. et al. // Botanical Journal of the Linnean Society. — 2013. — Vol. 172. — P. 280—328.
15. Diana Everett, Michael F. Fay, Maarten J. M. Christenhusz, Richard Wilford, Royal Botanic Gardens, Kew «The Genus Tulipa. Tulips of the World» («Rod Tyul'pan. Tyul'pany mira») 2013g./S. 187-189.
16. Tojibaev, K. & Beshko, N. (2017). Révision et distribution du genre Tulipa (Liliaceae) en Ouzbékistan. Journal de Botanique Société de Botanique de France 78: 49-60.
17. Ozodbek S. Abduraimov, Habibullo F. Shomurodov, Sultankul A. Daniyarov, Odilbek T. Mamatkasimov, Muxridin I. Teshayev. Distribution and Current State of Rare and Endangered Tulips (Liliaceae) Arid Zones of Uzbekistan // January 2020 American Journal of Plant Sciences 11(05):736-744.
18. Engler A. Liliaceae. In «Die Natürlichen Pflanzenfamilien» / A. Engler and K. Prantl, Eds. – Leipzig, 1888. – Vol. 2 – P. 10–91.
19. <https://www.plantarium.ru/page/image/id/693073.html> (F. Shakula)
20. Bajtenov M.S. V mire redkih rastenij. Alma-Ata, 1986. – S. 83-84.
21. Botanicheskaya geografiya Kazahstana i Srednej Azii (v predelah pustynnoj oblasti)». – SPb, 2003. – S. 424.
22. <https://silkadv.com/en/content/flora-zapovednika-barsa-kelmes>
23. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan №484 ot 29.07.2020

### Авторлар туралы мәлімет:

- Ахатаева Динара А.* (корреспондент-автор) – биоәртүрлік және биоресурстар кафедрасының әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің PhD докторанты (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [akhataeva.89@mail.ru](mailto:akhataeva.89@mail.ru))
- Весселова Полина В.* – PhD, Ботаника және фитопродукция институтының жоғары өсімдіктер зертханасы (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [pol\\_ves@mail.ru](mailto:pol_ves@mail.ru))
- Инелова Зарина А.* – PhD, биоәртүрлік және биоресурстар кафедрасының әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің доценті (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [z.inelova2015@gmail.com](mailto:z.inelova2015@gmail.com))
- Осмонали Бектемір* – PhD, Ботаника және фитопродукция Институты (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [be96ka\\_kz@mail.ru](mailto:be96ka_kz@mail.ru))

**Information about authors:**

*Akhatayeva Dinara A. (corresponding author) – PhD student at the Department of Biodiversity and Bioresources, al-Farabi Kazakh National University, 8D05108 – Geobotany major (Almaty, Kazakhstan, email: akhatayeva.89@mail.ru)*

*Vesselova Polina V. – Cand. Biological Sc., Laboratory of Higher Plants at the Institute of Botany and Phytointroduction (Almaty, Kazakhstan, e-mail: pol\_ys@mail.ru)*

*Inelova Zarina A. – Cand. Biological Sc., Associated Professor at the Department of Biodiversity and Bioresources, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: z.inelova2015@gmail.com)*

*Osmonali Bektemir – PhD in Geobotany, Institute of Botany and Phytointroduction (Almaty, Kazakhstan, e-mail: be96ka kz@mail.ru)*

*Received: February 06, 2023*

*Accepted: June 16, 2024*



Ш.Н. Дурмекбаева , Г.Т. Кыздарбекова \*, А.Б. Алибек ,  
Г.Ж. Хамитова , И.С. Шакиржанова 

Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., Қазақстан  
\*e-mail: gulmira.kyzdarbekova.80@mail.ru

### «КӨКШЕТАУ» МҰТП «ОРМАНДЫ БҰЛАҚ» ФИЛИАЛЫНЫҢ ФЛОРА КОНСПЕКТИСІ

Мақалада «Орманды бұлақ» филиалының «Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында өсетін өсімдіктердің флора конспектісі мен экологиялық талдау нәтижелері келтірілген. Зерттеу барысында өсімдіктердің мынадай белгілері анықталды: зерттелетін аумақта өсетін орны; К.Раункиер мен И.Г. Серебряковтың тіршілік формаларының классификациясы; ылғалға қатысты экологиялық тобы; шаруашылықтағы маңызы. Сондай-ақ, таксономиялық талдау жүргізіліп, тұқымдастар мен түрлердің ара-қатынасы анықталды. «Көкшетау» МҰТП «Орманды бұлақ» филиалының флорасы 27 тұқымдас, 54 туысқа жататын 56 түрден тұрады. Жетекші тұқымдастарға *Rosaceae* Juss., *Asteraceae* Dumort, *Ranunculaceae* Juss., *Fabaceae* Lindl. және *Plantaginaceae* Juss. жатады. *Rubus* L. және *Galium* L. доминантты туыстар болып табылады. Қызыл кітапқа енгізілген *Pulsatilla patens* (L.) Mill. және *Adonis vernalis* L. түрлері анықталды. Тек жойылып бара жатқан түрлерді ғана емес, толық биологиялық әртүрлілікті сақтау үшін аймақтық флоралардың қазіргі жағдайын және өсімдік жамылғысының әртүрлілігін бағалау, олардың құрылымы мен ұтымды пайдалану перспективаларын бағалау қажет.

**Түйін сөздер:** флора, флора конспектісі, «Орманды бұлақ» филиалы, «Көкшетау» МҰТП, биоалуантүрлік, таксономиялық талдау.

Sh.N. Durmekbayeva, G.T. Kyzdarbekova\*, A.B. Alibek,  
G.J. Khamitova, I.S. Shakirzhanova

Sh.Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan  
\*e-mail: gulmira.kyzdarbekova.80@mail.ru

#### Synopsis of the flora of the «Kokshetau» SNNP of the «Ormandy Bulak» Branch

This article presents a summary of the flora and the results of the floristic analysis of plants growing on the territory of the «Kokshetau» state national natural park of the «Ormandy bulak» branch. During the study, the following signs of vegetation were identified: habitat in the study area; classification of life forms by K. Raunkier and I.G. Serebryakov; ecological group in relation to moisture; economic significance. A taxonomic analysis was also carried out and the ratio of genera and species was determined. The flora of the «Ormandy bulak» branch of the «Kokshetau» SNNP has 56 species, 54 genera and 27 families. The leading genera include *Rosaceae* Juss., *Asteraceae* Dumort, *Ranunculaceae* Juss., *Fabaceae* Lindl. and *Plantaginaceae* Juss. *Rubus* L. and *Galium* L. they are the dominant genera. In addition, species listed in the Red Book of Kazakhstan have been identified, these are *Pulsatilla patens* (L.) Mill. and *Adonis vernalis* L. In order to preserve the full biological diversity, and not only endangered species, it is necessary to assess the current state of regional flora and vegetation diversity, assess their structure and prospects for rational use.

**Key words:** flora, flora synopsis, branch of «Ormandy bulak», «Kokshetau» SNNP, biodiversity, taxonomic analysis.

Ш.Н. Дурмекбаева, Г.Т. Кыздарбекова\*, А.Б. Алибек,  
Г.Ж. Хамитова, И.С. Шакиржанова

Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, Казахстан

\*e-mail: gulmira.kyzdarbekova.80@mail.ru

### Конспект флоры ГНПП «Кокшетау» филиала «Орманды Бұлақ»

В данной статье представлен конспект флоры и результаты флористического анализа растений, произрастающих на территории государственного национального природного парка «Кокшетау» филиала «Орманды бұлақ». В ходе исследования были выявлены следующие признаки растительности: местообитание на исследуемой территории; классификация жизненных форм К. Раункиера и И.Г. Серебрякова; экологическая группа по отношению к влаге; экономическая значимость. Также был проведен таксономический анализ и определено соотношение родов и видов. Флора филиала «Орманды бұлақ» ГНПП «Кокшетау» насчитывает 56 видов, 54 рода и 27 семейств. Ведущие роды включают *Rosaceae* Juss., *Asteraceae* Dumort, *Ranunculaceae* Juss., *Fabaceae* Lindl. и *Plantaginaceae* Juss. *Rubus* L. и *Galium* L. являются доминирующими родами. Кроме того, были определены виды занесенные в Красную книгу Казахстана, это *Pulsatilla patens* (L.) Mill. и *Adonis vernalis* L. Для сохранения полного биологического разнообразия, а не только исчезающих видов, необходимо оценить текущее состояние региональных флор и разнообразие растительности, оценить их структуру и перспективы рационального использования.

**Ключевые слова:** флора, конспект флоры, филиал «Орманды бұлақ», ГНПП «Кокшетау», биоразнообразие, таксономический анализ.

#### Кіріспе

Өсімдіктер, жануарлар дүниесінің биологиялық әртүрлілігін, типтік, бірегей және сирек кездесетін ландшафттарды сақтау мақсатында Қазақстанда ерекше қорғалатын табиғи аумақтар (ЕҚТА) құрылды [1].

Қорғалатын табиғи аумақтарды тиімді жоспарлау, бақылау және басқару үшін олардың кеңістіктік ұйымдастырылуы мен қасиеттерін нақты түсіну қажет [2].

«Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалы Ақмола облысында, Зеренді ауданының «Қарсақ» ауылында орналасқан, оның ауданы 10 940 га тең. Филиал өз қызметін 1999 жылы «Дубравка өсімін молайту учаскесі» деген атпен бастады, бірақ көп ұзамай, бізге таныс «Орманды бұлақ» болып өзгертілді [3].

Жер бедері төбешіктермен, төбелермен және биіктігі 5-20 м ұзартылған жалдармен сипатталады, олардың бағыты құрамдас жыныстардың кеңеюіне сәйкес келеді. Ең суық ай – қаңтар. Қаңтардың орташа температурасы -16...-19°, абсолютті минимум -45°дейін. Ең жылы ай – шілде. Шілденің орташа температурасы +22°, абсолютті максимумдар +45°жетеді. Жылдық жауын-шашын мөлшері шамамен 250 мм; олардың ең көп мөлшері жазда байқалады [4]. Филиал аумағының қазіргі ландшафтты құрылымы дала, орман, далалық шалғын, орман-дала ландшафттардан тұрады. Өсімдіктер қауымдастығының биологиялық әртүрлілігін бақылау, әртүрлі

экологиялық-географиялық жағдайларда жүйелі бақылау жаңа өсімдік көздерін іздеуге негіз болады [5]. Ал ормандар, өзен жағалаулары мен бұталар бағалы дәрілік өсімдіктер мол өсетін негізгі мекендеу орындары болып табылады [6].

#### Зерттеу объектілері мен әдістері

Зерттеу жұмыстары «Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының әкімшілік шекаралары шеңберінде 2023 жылы мамыр-тамыз айларында жүргізілді.

Далалық зерттеулер маршруттық-аймақтық және А.И. Толмачевтың (1986) [7] әдісімен жүргізілді. Гербарий материалын жинау және өңдеу А.К. Скворцовтың (1977) [8] жалпы қабылданған әдістемесі бойынша жүзеге асырылды. Түрлерді сәйкестендіру және жүйелеу: далалық жұмыстардан кейін зертханада жүргізілді. Өсімдіктер түрлерін анықтауда «Флора Казахстана» (1956-1966) [9], «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» (1969, 1972) [10] еңбектері пайдаланылды. Өсімдіктердің туыстары және түрлерінің латынша атаулары С.К. Черепановтың (1995) еңбегіне сәйкес берілді [11].

Тіршілік формаларын талдау үшін К. Раункиер (1905) [12] мен И.Г. Серебряков (1962) [13] классификациялары қолданылды. А.П. Шенниковтың (1964) [14] еңбегі өсімдіктердің ылғалдандыру факторына қатысты экологиялық топтарды анықтауда пайдаланылды.

Ботаникалық-географиялық аудандастыру принциптерін ескере отырып, өсімдіктердің таралу түрлерін бөлу олардың қазіргі таралуы негізінде жүргізілді. Экономикалық құнды түрлерді анықтау [15] авторлардың еңбектерінде келтірілген деректерді ескере отырып жүргізілді. Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген түрлері де кездестіріліп анықталды [16].

Төмендегі флора конспектісінде «Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының әрбір түр үшін: 1) реттік нөмірі; 2) латынша атауы; 3) зерттелетін аймақ шегінде мекендейтін жері; 4) К.Раункиер және И. Г. Серебряков жүйесі бойынша түрдің тіршілік формасы; 5) ылғалдандыру факторына қатысты экологиялық топ; 6) экономикалық пен шаруашылық құндылығы келтіріледі. 7) Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген өсімдік түрлері.

### Нәтижелер мен талқылаулар

#### «Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының флора конспектісі

*Equisetaceae* Rich. ex DC. тұқымдасы

1. *Equisetum pratense* Ehrh. Қайың орманының іші. Көпжылдық. Криптофит (геофит). Ұзын тамырлы. Мезофит. Бояғыш, дәрілік, тағамдық

#### *Aspleniaceae* Newman тұқымдасы

2. *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm. Құрғақ жартастардың жарықшағы. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырлы. Ксерофит. Дәрілік, сәндік өсімдік.

3. *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. Орман. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырлы. Мезофит. Дәрілік өсімдік

#### *Dennstaedtiaceae* Pic.Serm. тұқымдасы

4. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Қайың орманының іші. Көпжылдық. Криптофит (геофит). Ұзын тамырлы. Ксеромезофит. Дубильді, бояғыш, дәрілік, тағамдық, техникалық, улы өсімдік

#### *Pinaceae* Lindl. тұқымдасы

5. *Pinus sylvestris* L. Құмды беткейлер. Көпжылдық. Фанерофит. Мәңгі жасыл ағаш. Мезофит. Ағаш, дәрілік, техникалық, эфир майлы, дубильді, целлюлозалы, сәндік өсімдік

#### *Ranunculaceae* Juss. тұқымдасы

6. *Adonis vernalis* L. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырсабақты. Мезофит. Дәрілік, сәндік, улы өсімдік. II санат, сирек кездесетін түр.

7. *Caltha palustris* L. Орман ішіндегі жылға. Көпжылдық. Криптофит (гелофит). Шашақ тамырлы. Гигрофит. Сәндік, дәрілік, бояғыш, улы өсімдік.

8. *Pulsatilla patens* (L.) Mill. Дала. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырсабақты. Ксеромезофит. Дәрілік, сәндік, улы өсімдік. II санат, сирек кездесетін түр.

9. *Thalictrum minus* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырсабақты. Мезофит. Дәрілік, бояғыш, улы өсімдік

#### *Crassulaceae* DC. тұқымдасы

10. *Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba. Шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Түйнек түзуші. Мезофит. Сәндік, дәрілік, балды өсімдік.

#### *Grossulariaceae* DC. тұқымдасы

11. *Ribes rubrum* L. Орман жиектері. Көпжылдық. Нанофанерофит. Геоксильді бұта. Мезофит. Дәрілік, балды, тағамдық, сәндік өсімдік.

#### *Geraniaceae* Juss. тұқымдасы

12. *Geranium pratense* L. Шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Шашақ тамырлы. Мезофит. Сәндік, балды, жемді, бояғыш, дәрілік өсімдік.

#### *Fabaceae* Lindl. тұқымдасы

13. *Caragana arborescens* Lam. Жол жиектері. Көпжылдық. Нанофанерофит. Бұта. Мезофит. Сәндік, балды, жемді өсімдік.

14. *Lathyrus tuberosus* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Криптофит (геофит). Түйнек түзуші, лиана тәрізді. Ксеромезофит. Жемді, балды өсімдік.

15. *Medicago sativa* L. Жол жиектері. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Ксеромезофит. Жемді, балды өсімдік.

#### *Rosaceae* Juss. тұқымдасы

16. *Cotoneaster laxiflorus* J. Jacq. ex Lindl. Далалық шалғын. Көпжылдық. Нанофанерофит. Бұта. Ксеромезофит. Сәндік өсімдік.

17. *Crataegus sanguinea* Pall. Аралас орман. Көпжылдық. Нанофанерофит. Бұта. Мезофит. Дәрілік, сәндік, тағамдық өсімдік.

18. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. Көпжылдық. Гемикриптофит. Шашақ тамырлы. Мезогигрофит. Сәндік, бояғыш, балды, дәрілік өсімдік.

*Fragaria vesca* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Жер үсті стolon түзуші. Мезофит. Дәрілік, балды, тағамдық өсімдік.

*Malus baccata* (L.) Borkh. Жол жиектеріндегі тоғай. Көпжылдық. Нанофанерофит. Ағаш. Мезофит. Балды, тағамдық өсімдік.

*Potentilla argentea* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Ксеромезофит. Дубильді, жемді, дәрілік, балды өсімдік.

*Pyrus ussuriensis* Maxim. Жол жиектеріндегі тоғай. Көпжылдық. Нанофанерофит. Бұта. Мезофит. Балды, тағамдық өсімдік.

*Rosa majalis* Негтм. Сирек тоғай. Көпжылдық. Нанофанерофит. Бұта. Мезофит. Сәндік, дәрілік, балды, тағамдық өсімдік.

*Rubus idaeus* L. Орман шеті. Көпжылдық. Фанерофит. Жартылай бұта. Мезофит. Дәрілік, балды, тағамдық өсімдік.

*Rubus saxatilis* L. Аралас орман. Көпжылдық. Хамефит. Жартылай бұташық. Мезофит. Дәрілік, балды, тағамдық.

#### **Betulaceae S.F. Gray тұқымдасы**

19. *Betula pendula* Roth. Аралас орман. Көпжылдық. Мезофанерофит. Ағаш. Мезофит. Сәндік, ағаш, дубильді, бояғыш, жемді, дәрілік, эфирлік өсімдік.

#### **Salicaceae Mirb. тұқымдасы**

*Salix caprea* L. Аралас орман. Көпжылдық. Фанерофит. Ағаш. Мезофит. Ағаш, дубильді, бояғыш, балды, жемді, дәрілік өсімдік.

*Populus tremula* L. Аралас орман. Көпжылдық. Фанерофит. Ағаш. Мезофит. Ағаш, дубильді, бояғыш, балды, жемді, дәрілік өсімдік.

#### **Primulaceae Vent. тұқымдасы**

20. *Androsace septentrionalis* L. Далалық шалғын. Біржылдық. Терофит. Кіндіктамырлылы. Ксеромезофит. Дәрілік өсімдік.

#### **Apiaceae Lindl. тұқымдасы**

21. *Angelica sylvestris* L. Орман маңы. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Мезофит. Дәрілік, тағамдық, балды, жемді.

22. *Eryngium planum* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Мезоксерофит. Сәндік өсімдік.

#### **Caprifoliaceae Juss. тұқымдасы**

23. *Caprifoliaceae* Juss. Дала. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Ксеромезофит. Сәндік, балды өсімдік.

#### **Campanulaceae Juss. тұқымдасы**

24. *Campanula glomerata* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырсабақты. Мезофит. Сәндік, дәрілік, балды өсімдік.

#### **Asteraceae Dumort тұқымдасы**

25. *Achillea millefolium* L. Жол жиектері. Көпжылдық. Гемикриптофит. Ұзын тамырсабақты. Мезофит. Бояғыш, дәрілік, балды, эфир майлы өсімдік.

26. *Artemisia pontica* L. Дала. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Мезоксерофит. Дәрілік өсімдік.

27. *Aster alpinus* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырлы. Ксеромезофит. Сәндік өсімдік.

28. *Echinops ritro* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Ксеромезофит. Балды, дәрілік, сәндік өсімдік.

29. *Pilosella cymosa* (L.) F.W.Schultz & Sch. Bip. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырсабақты. Мезофит.

30. *Tanacetum vulgare* L. Көпжылдық. Гемикриптофит. Ұзын тамырсабақты. Мезофит. Дәрілік, эфир майлы өсімдік.

31. *Tephrosia palustris* (L.) Schrenk ex Rchb. Көл мен батпақтардың жағалауы. Екі жылдық. Терофит. Кіндіктамырлы. Гигромезофит. Дәрілік, балды, жемді.

#### **Onagraceae Juss. тұқымдасы**

32. *Chamaenerion angustifolium* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Мезофит. Сәндік, дубильді, дәрілік, балды, жемді, тағамдық өсімдік.

#### **Boraginaceae Juss. тұқымдасы**

33. *Nonea pulla* (L.) DC. Орман жиектері. Көпжылдық. Гемикриптофит. Ұзын тамырсабақты. Ксеромезофит. Балды өсімдік.

#### **Convolvulaceae Juss. тұқымдасы**

34. *Convolvulus arvensis* L. Жол жиектері. Көпжылдық. Криптофит (геофит). Кіндіктамырлы, Атна тамырлы шөпті лиана. Мезофит. Сәндік өсімдік.

#### **Plantaginaceae Juss. тұқымдасы**

35. *Veronica prostrata* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Хамефит. Ұзынтамырсабақты. Ксеромезофит. Сәндік, дәрілік өсімдік.

36. *Linaria vulgaris* Mill. Далалық шалғын. Көпжылдық. Криптофит (геофит). Атна тамырлы. Мезофит. Бояғыш, балды, дәрілік, улы өсімдік.

37. *Plantago media* L. Шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Кіндіктамырлы. Мезофит. Жемді, дәрілік өсімдік.

#### **Lamiaceae Lindl. тұқымдасы**

38. *Phlomis tuberosa* (L.) Moench. Далалық шалғын. Көпжылдық. Криптофит (геофит). Түйнек түзуші. Ксеромезофит. Дәрілік, балды өсімдік.

39. *Salvia dumetorum* Andr. ex Besser. Дала. Көпжылдық. Гемикриптофит. Жартылай бұташық. Мезоксерофит. Дәрілік, балды, эфирлі өсімдік.

#### **Rubiaceae Juss. тұқымдасы**

40. *Galium boreale* L. Дала. Көпжылдық. Гемикриптофит. Ұзын тамырсабақты. Мезофит. Бояғыш, балды өсімдік.

41. *Galium verum* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Ұзын тамырсабақты. Ксеромезофит. Жемді, бояғыш, балды өсімдік.

**Gentianaceae Juss. тұқымдасы**

42. *Gentiana pneumonanthe* L. Далалық шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Қысқа тамырлы. Мезофит. Сәндік, балды өсімдік.

**Orchidaceae Juss. тұқымдасы**

43. *Epipactis palustris* (L.) Stantz. Батпақты жер. Көпжылдық. Криптофит (гелофит). Ұзын тамырсабақты. Мезогигрофит. Сәндік өсімдік.

44. *Hemipilia cucullata* (L.) Y.Tang, H.Peng & T.Yukawa. Аралас орман. Көпжылдық. Гемикриптофит. Түйнек түзуші. Мезофит.

**Acoraceae Martinov тұқымдасы**

45. *Acorus calamus* L. Батпақтың жағасында. Көпжылдық. Криптофит (гелофит). Ұзын тамырлы. Гигромезофит. Тағамдық, жемді өсімдік.

**Poaceae Barnhart тұқымдасы**

46. *Bromopsis inermis* Leyss. Шалғын. Көпжылдық. Гемикриптофит. Тамырсабақты. Мезофит. Жемді өсімдік.

47. *Stipa pennata* L. Дала. Көпжылдық. Гемикриптофит. Тығыз түпті. Мезоксерофит. Сәндік, жемді өсімдік.

*Таксономиялық талдау.* Далалық зерттеулер барысында өсімдіктерді жүйелеу және инвентаризация жүргізілді. Зерттелетін флораның құрамында 4 бөлім, 27 тұқымдасқа жататын 54 туыстың пен 56 түрі анықталды (кесте 1).

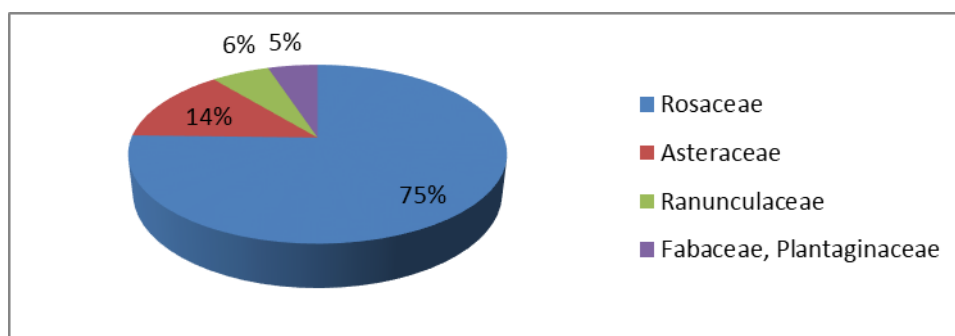
Зерттелген флораның негізгі бөлігін гүлді өсімдіктер (51 түр немесе 91% жалпы түр санынан), қалған қырықбуынтәрізділер (1 түр немесе 1,8%), папоротниктәрізділер (3 түр немесе 5,4%), ашықтұқымдылар (1 түр немесе 1,8%) құрайды. Қосжарнақтылар класына 46 түр немесе 82%, даражарнақтылар класына 5 түр немесе 8% жатады.

Туыс және түр санына байланысты жетекші тұқымдастар анықталды (сурет 1). Түр саны бойынша ең үлкен тұқымдас *Rosaceae* Juss. (9 туыс, 10 түр немесе 17,8%), екінші орында *Asteraceae* Dumort (7 туыс, 7 түр немесе 12,5%), үшінші орында *Ranunculaceae* Juss. (4 туыс, 4 түр немесе 7,2%).

*Fabaceae* Lindl. және *Plantaginaceae* Juss. (3 туыс, 3 түр немесе 5,4%) тұқымдастары төртінші орынға орналасқан. *Aspleniaceae* Newman, *Orchidaceae* Juss., *Apiaceae* Lindl., *Lamiaceae* Lindl., *Salicaceae* Mirb. (2 туыс, 2 түр немесе 5,4%), *Rubiaceae* Juss. 1 туыс, 2 түрден, қалған тұқымдастар 1 түрден тұрады.

1-кесте – «Орманды бұлақ» филиалының «Көкшетау» МҮТП флорасының түрлік құрылымы

| Бөлім                 | Тұқымдас саны | Туыс саны | Түр саны |
|-----------------------|---------------|-----------|----------|
| <i>Equisetophyta</i>  | 1             | 1         | 1        |
| <i>Polypodiophyta</i> | 2             | 3         | 3        |
| <i>Pinophyta</i>      | 1             | 1         | 1        |
| <i>Magnoliophyta</i>  | 23            | 49        | 51       |
| <i>Liliopsida</i>     | 3             | 5         | 5        |
| <i>Magnoliopsida</i>  | 20            | 44        | 46       |
| Барлығы               | 27            | 54        | 56       |



1-сурет – «Орманды бұлақ» филиалының «Көкшетау» МҮТП флорасының жетекші тұқымдастары

Зерттеу нәтижелері бойынша «Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының өсімдіктердің арасында *Rubus* L. және *Galium* L. туыстары 2 түрден, қалған туыстар 1 түрден тұрады.

*Тіршілік формаларын талдау.* XX ғасырдың басында К.Раункиер өсімдіктердің тіршілік формаларын биологиялық классификацияға жіктеудің бір белгісін негізге алды: өсімдіктердің вегетациялық кезеңге қолайсыз (суық немесе құрғақ) кезеңінде жаңару бүршіктерін қорғаудың орны мен тәсілі. К. Раункиер тіршілік формаларының 5 биологиялық типтерін анықтады: фанерофит, хамефит, гемикриптофит, криптофит, терофит. Сондай-ақ, ғалымдар арасында ең таны-

мал И.Г.Серебряковтың тіршілік формаларының классификациясы болып табылады, онда келесі санаттар ерекшеленеді: ағаш өсімдіктері: ағаштар, бұталар және бұташықтар; жартылай ағашты өсімдіктер: жартылай бұталар мен жартылай бұташықтар; шөптесін өсімдіктер: көпжылдық және біржылдық шөптер. Әр санат шегінде мақсатқа байланысты одан әрі бөлуді әртүрлі белгілер бойынша жүргізуге болады [17].

«Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының флорасында зерттелген түрлердің ішінде К. Раункиер мен И.Г.Серебряков жүйесі бойынша келесі тіршілік формалары анықталды (кесте 2).

2-кесте – «Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының флорасы түрлерінің тіршілік формалары

| К. Раункиер бойынша | Түр саны | И.Г. Серебряков бойынша       | Түр саны |
|---------------------|----------|-------------------------------|----------|
| Фанерофит           | 12       | Ағаш                          | 5        |
| Хамефит             | 2        | Бұта                          | 6        |
| Гемикриптофит       | 31       | Жартылай бұта                 | 1        |
| Криптофит           | 9        | Жартылай бұташық              | 2        |
| Терофит             | 2        | Көпжылдық шөптесін өсімдіктер | 39       |
| Барлығы             | 56       | Азжылдықтар (бір және екі)    | 3        |
|                     |          | Барлығы                       | 56       |

К.Раункиер классификациясы бойынша, басым бөлігін гемикриптофиттер (31 түр немесе 55%), одан кейін фанерофиттер (12 түр немесе 21,4%), криптофиттер (9 түр немесе 16%), хамефиттер мен терофиттер (2 түрден немесе 3,5% жалпы түр санынан) құрайды.

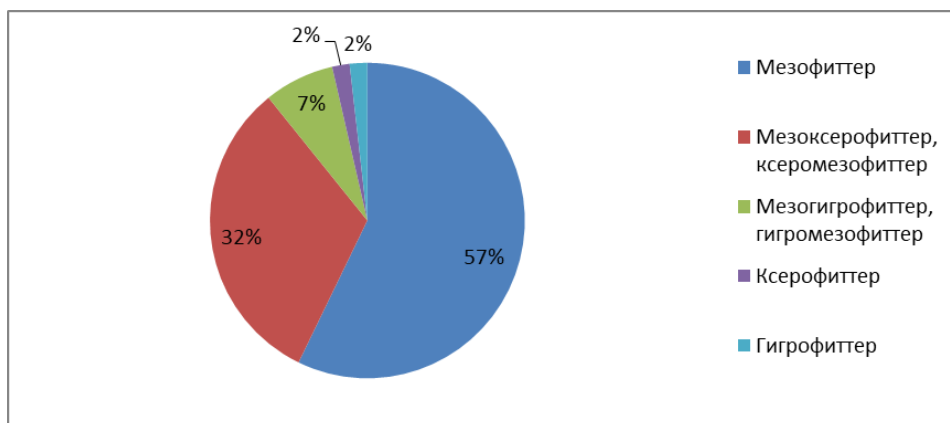
Тіршілік формаларының басым бөлігі көпжылдық шөптесін өсімдіктермен ұсынылған – 39 түрі, бұл түрлердің жалпы санының 69,6% құрайды. Бұл туыстардың өкілдері: *Artemisia*, *Pulsatilla*, *Linaria*, *Gentiana* және басқалары жатады. Екінші орында – бұталар 6 түр немесе 10,7%, үшінші орында – ағаштар 5 түр немесе 8,9% жалпы түр санынан құрайды. Бұталарға келесі туыстар – *Caragana*, *Ribes*, *Pyrus*, ал ағаштарға – *Betula*, *Pinus* және т.б. жатады. Жартылай бұташықтар (2 түр немесе 3,6%), азжылдықтар (3 түр немесе 5,3%), жартылай бұта (1 түр немесе 1,8%) ең аз түрлерден тұрады.

*Экологиялық талдау.* Топырақтың ылғалдану жағдайларына қатысты өсімдіктердің 5 экологиялық тобы анықталды: 1) гидрофиттер мен гигрофиттер – су және жағалау-су өсімдіктері; 2) мезогигрофиттер – батпақты топырақ өсімдік-

тері, 3) мезофиттер – ылғал сүйгіш өсімдіктер, 4) ксеромезофиттер мен мезоксерофиттер – топырақтағы ылғал қоры біршама төмен жағдайларға бейімделген өсімдіктер орташа, сондай-ақ құрғақ жерлердегі өсімдіктер; 5) ксерофиттер – ылғалдың тұрақты тапшылығы жағдайында өсетін өсімдіктер [18].

«Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының флора түрлерінің экологиялық талдау нәтижелері 2-суретте берілген.

Түрлердің көп бөлігі мезофиттерден тұратыны анықталды – 32 түр (57,2 %): олар *Bromopsis inermis* Leyss., *Achillea millefolium* L., *Chamaenerion angustifolium* L. және басқалары кіреді. Екінші орында мезоксерофиттер мен ксеромезофиттердің өтпелі тобы – 18 түрі (32%), олардың түрлері *Aster alpinus* L., *Nonea pulla* (L.) DC., *Lathyrus tuberosus* L. Үшінші орында мезогигрофиттер мен гигромезофиттер тобы орналасқан – 4 түр (7,2%): олар *Epipactis palustris* (L.) Crantz., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Acorus calamus* L., *Tephrosia palustris* (L.) Schrenk ex Rchb. Ксерофиттер мен гигрофиттер бір түрден (1,8%) тұрады.



2-сурет – «Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының флора түрлерін экологиялық топтар бойынша бөлу

Зерттелген аумағынан Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген II санатқа (сирек кездесетін түр) жататын 2 түр анықталды. Олар *Pulsatilla patens* (L.) Mill. және *Adonis vernalis* L., екеуі де көпжылдық шөптесін өсімдіктер болып табылады.

*Adonis vernalis* L. (*Ranunculaceae* Juss. тұқымдасы) жер үсті бөліктері дәстүрлі медицинада жүрек ауруларын емдеу үшін бұрыннан қолданылған. Қазіргі стандарттарға сәйкес келетін жүйелі клиникалық зерттеулер жоқ. Дегенмен, кардиологиялық әсерлер көзге ұзақ әсер етумен және карденолид типті жүрек гликозидтерінің болуымен расталады. Қазіргі уақытта *A. vernalis* L. экстракттары тек гомеопатиялық препараттарда қолданылады [19].

*Pulsatilla patens* (L.) Mill. Қазақстанда ғана емес, сонымен қатар, Еуропада сирек кездесетін және жойылып кету қаупі төнген түр болып табылады және оның популяция ресурстары соңғы онжылдықтарда айтарлықтай төмендеді [20].

## Қорытынды

Осылайша, зерттеу аймағында «Көкшетау» МҮТП «Орманды бұлақ» филиалының өсімдіктер түрлік құрамы 4 бөлім, 27 тұқымдасқа жататын 54 туыстың пен 56 түрі анықталды. Түрлерге бай тұқымдастар *Rosaceae* Juss., *Asteraceae* Dumort, *Ranunculaceae* Juss. және т.б.. *Rubus* L. және *Galium* L. жетекші туыстарға жатады. Экологиялық спектрде басым мезофиттер мен мезоксерофиттер; тіршілік формалары арасында – гемикриптофиттер мен фанерофиттер (К. Раункиер) және көпжылдық шөптесін өсімдіктер (И.Г. Серебряков). Бұл флораның ең үлкен фитоценодикалық тобы – далалық шалғын болып табылады. Шаруашылықтағы маңызы бойынша құнды түрлердің ішінде дәрілік, жемді өсімдіктерді атап өтуге болады.

## Әдебиеттер

1. Ресми сайт Әділет. Қазақстан Республикасы нормативтік құқықтық актілерінің ақпараттық жүйесі [Электронды ресурс] – URL: Республикалық маңызы бар ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың тізбесін бекіту туралы – “Әділет” АҚЖ (zan.kz) (жүгінген күні: 26.03.2024).
2. Andrej Astashin, Mihail Badin, Ol'ga Vatina, Valeriya Podkovyrina, Evgenij Tihanov. Landscape structure of the territory of the nature monument of regional significance “Yolkinskie Rocks” (Sverdlovsk region, Russia) // E3S Web Conferences 498: III International Conference on Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection (ICAPE2024). – Cheonan, 2024. – №02010 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449802010>
3. Ресми сайт Көкшетау мемлекеттік ұлттық табиғи паркі [Электронды ресурс] – URL: <https://gnppkokshetau.kz/kk/ormandy-b-la-filialy/> (жүгінген күні: 26.03.2024).
4. Куприянов А.Н. Конспект флоры Казахского мелкосопочника. – Новосибирск : Гео, 2020. – 423 с.
5. Maslyakov, V.Yu., Gryaznov, M.Yu. The results of the field accounting of medicinal plants in the forest and forest-steppe zones of Central Russia // E3S Web of Conferences 392: 2nd International Conference on Agriculture, Earth Remote Sensing and Environment, RSE 2023. – Tajikistan, 2023. – №02016 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339202016>

6. Dhruva Khakurel, Yadav Uprety, Sangram Karki, Bijay Khadka, Basu Dev Poudel, Gyeongik Ahn, Joon-Yung Cha, Woe-Yeon Kim, SungHo Lee, Sangeeta Rajbhandary // *Global Ecology and Conservation*. – 2024. – № 51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02860>
7. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск.: Наука, 1986. – 196 с.
8. Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
9. Флора Казахстана. Т.Т. I-IX., 1956-1966.
10. Иллюстрированный определитель растений Казахстана: (в 2т.). – Алма-Ата: Наука, Т.1. – 1969. – 644 с.: ил.; Т.2. – 1972. – 571 с.
11. Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). 1995. – 516 p.
12. Raunkiaer C. Types biologiques pour la geographiy botanique // *Forhandl. Kgl. Dansk. Vidensk. Selskab*. 1905. Vol. 5. P. 347-437.
13. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. – Москва.: Высшая школа, 1962. – 378 с.
14. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.
15. Павлов Н.В. Растительное сырье Казахстана. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 552 с.
16. Красная книга Казахстана. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Т. 2: Растения (колл. авт.). – Астана: ТОО «Арт Print XXI», 2014. – 452 с.
17. Жукова Л.А., Ведерникова О.П., Быченко Т.М., Османова Г.О. Лекарственные растения. Разнообразие жизненных форм. – Йошкар-Ола.: ООО ИПФ «Стринг», 2015. – 168 с.
18. Latte Klaus Peter. Adonis vernalis L. Das Frühlingsadonisröschen // *Zeitschrift fur Phytotherapie*. – 2018. – № 39 (01). – С. 45-51. DOI: 10.1055/s-0044-100153
19. Kamil Szandar, Sawicki Jakub, Lukasz Paukszto, Katarzyna Krawczyk, Monika Szczecińska. Are the Organellar Genomes Useful for Fine Scale Population Structure Analysis of Endangered Plants –A Case Study of *Pulsatilla patens* (L.) Mill. // *Genes*. – 2022 – №14(1), 67. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes14010067>

## References

1. The official website of Justice. Information system of regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource] – URL: Республикалық маңызы бар ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың тізбесін бекіту туралы – “Әділет” АҚЖ (zan.kz) (accessed: 03/26/2024) [in Kazakh].
2. Andrej Astashin, Mihail Badin, Ol'ga Vatina, Valeriya Podkovyrina, Evgenij Tihanov. Landscape structure of the territory of the nature monument of regional significance “YOIkinskie Rocks” (Sverdlovsk region, Russia) // *E3S Web Conferences* 498: III International Conference on Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection (ICAPE2024). – Cheonan, 2024. – №02010 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449802010>
3. Official website Kokshetau state national natural park [Electronic resource] – URL: <https://gnppkokshetau.kz/kk/ormandy-b-la-filiyal/> (accessed: 03/26/2024) [in Kazakh].
1. Kupriyanov A.N. Konspekt flory Kazahskogo melkopesochnika. [Synopsis of the flora of kazakh upland]. (Novosibirsk, 2020, 423p) [in Russian].
4. Maslyakov, V.Yu., Gryaznov, M.Yu. The results of the field accounting of medicinal plants in the forest and forest-steppe zones of Central Russia // *E3S Web of Conferences* 392: 2nd International Conference on Agriculture, Earth Remote Sensing and Environment, RSE 2023. – Tajikistan, 2023. – №02016 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339202016>
5. Dhruva Khakurel, Yadav Uprety, Sangram Karki, Bijay Khadka, Basu Dev Poudel, Gyeongik Ahn, Joon-Yung Cha, Woe-Yeon Kim, SungHo Lee, Sangeeta Rajbhandary // *Global Ecology and Conservation*. – 2024. – № 51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02860>
6. Tolmachev A.I. Metody sravnitel'noj floristiki i problemy florigeneza. [Methods of comparative floristics and problems of florogenesis] (Novosibirsk, 1986, 196p) [in Russian].
7. Skvortsov A.K. Gerbarij. Posobie po metodike i tehnikе. [Herbarium. Manual of methodology and technique] (Moscow, 1977, 199p) [in Russian].
8. Flora Kazahstana [Flora of Kazakhstan] (.T.T. I-IX., 1956-1966) [in Russian].
9. Illjustrirovannyj opredelitel' rastenij Kazahstana. [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan] (Alma-Ata, T.1.-1969-644p, T.2. 1972.-571p) [in Russian].
10. Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). 1995. – 516 p.
11. Raunkiaer C. Types biologiques pour la geographiy botanique // *Forhandl. Kgl. Dansk. Vidensk. Selskab*. 1905. Vol. 5. P. 347-437.
12. Serebryakov I.G. Jekologicheskaya morfologiya rastenij. [Ecological morphology of plants] Zhiznennye formy pokrytosemennyh i hvojnnyh. [Life forms of angiosperms and conifers] (Moscow, 1962, 199p) [in Russian].
13. Shennikov A.P. Vvedenie v geobotaniku. [Introduction to Geobotany] (Leningrad, 1964, 447p) [in Russian].
14. Pavlov N.V. Rastitel'noe syr'yo Kazahstana. [Vegetable raw materials of Kazakhstan] (Moscow, 1947, 552p) [in Russian].
15. Krasnaya kniga Kazahstana T.2. [The Red Book of Kazakhstan T.2.] (Astana, 2014, 452p) [in Russian].
16. Zhukova L.A., Vedernikova O.P., Bychenko T.M., Osmanova G.O. Lekarstvennyye rasteniya [Medicinal plants] Raznoobrazie zhiznennyh form [A variety of life forms] (Yoshkar-Ola, 2015, 168p) [in Russian].



17. Dukenbayeva A.D., Zhumai E., Khamitova A.A. Sistematizaciya i inventarizaciya rastenij Akmolinskoj oblasti. [Systematization and inventory of plants in Akmola region] Sbornik nauchnyh trudov GNBS [Collection of scientific papers of the SNBG] 143. 67-74(2016) [in Russian].
18. Latte Klaus Peter. Adonis vernalis L. Das Frühlingsadonisröschen // Zeitschrift fur Phytotherapie. – 2018. – № 39 (01). – С. 45-51. DOI: 10.1055/s-0044-100153
19. Kamil Szandar, Sawicki Jakub, Lukasz Paukszo, Katarzyna Krawczyk, Monika Szczecińska. Are the Organellar Genomes Useful for Fine Scale Population Structure Analysis of Endangered Plants?—A Case Study of Pulsatilla patens (L.) Mill. // Genes. – 2022 – №14(1), 67. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes14010067>

**Авторлар туралы мәлімет:**

*Дурмекбаева Шынар Нурлыбековна – б.ғ.к., Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің биология және оқыту әдістемесі кафедрасының меңгерушісі, профессоры (Көкшетау, Қазақстан, эл. пошта: [durmekbaeva@mail.ru](mailto:durmekbaeva@mail.ru))*

*Кыздарбекова Гүлмира Турлыбековна (жауапты автор) – PhD, Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің биология және оқыту әдістемесі кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Көкшетау, Қазақстан, эл. пошта: [gulmira.kyzdarbekova.80@mail.ru](mailto:gulmira.kyzdarbekova.80@mail.ru))*

*Алибек Асемгуль Болатаявна – Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің биология және оқыту әдістемесі кафедрасының магистранты (Көкшетау, Қазақстан, эл. пошта: [yedygenovaa07@gmail.com](mailto:yedygenovaa07@gmail.com))*

*Хамитова Гүлнар Жумабековна – Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің биология және оқыту әдістемесі кафедрасының дәріскері, жаратылыс ғылым магистрі (Көкшетау, Қазақстан, эл. пошта: [h.g.z@mail.ru](mailto:h.g.z@mail.ru))*

*Шакиржанова Инзира Сериковна – Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің биология және оқыту әдістемесі кафедрасының дәріскері, биология магистрі (Көкшетау, Қазақстан, эл. пошта: [inzira\\_nurjan@mail.ru](mailto:inzira_nurjan@mail.ru))*

**Information about authors:**

*Durmekbaeva Shynar Nurlybekovna – Cand.Biol.Sc., Professor, Head of the Department of Biology and Teaching Methods of Sh. Ualikhanov Kokshetau University (Kokshetau, Kazakhstan, email: [durmekbaeva@mail.ru](mailto:durmekbaeva@mail.ru))*

*Gulmira Turlybekovna Kyzdarbekova (corresponding author) – PhD, associate professor of the Department of Biology and Teaching Methods of Sh. Ualikhanov Kokshetau University (Kokshetau, Kazakhstan, email: [gulmira.kyzdarbekova.80@mail.ru](mailto:gulmira.kyzdarbekova.80@mail.ru))*

*Alibek Asemgul Bolatayevna – master's student of the Department of Biology and Teaching Methods of Sh. Ualikhanov Kokshetau University (Kokshetau, Kazakhstan, email: [yedygenovaa07@gmail.com](mailto:yedygenovaa07@gmail.com))*

*Khamitova Gulnar Zhumabekovna – master of Natural Sciences, lecturer of the Department of Biology and Teaching Methods of Sh. Ualikhanov Kokshetau University (Kokshetau, Kazakhstan, email: [h.g.z@mail.ru](mailto:h.g.z@mail.ru))*

*Shakirzhanova Inzira Serikovna – master of biology, lecturer of the Department of Biology and Teaching Methods of Sh. Ualikhanov Kokshetau University (Kokshetau, Kazakhstan, email: [inzira\\_nurjan@mail.ru](mailto:inzira_nurjan@mail.ru))*

Received: January 12, 2024

Accepted: June 16, 2024

Г.А. Жетпісбай\*<sup>1</sup>, С.А. Соловьев\*<sup>2</sup>,  
Г.Т. Казкенова<sup>1</sup>, Г.Б. Юнусова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>А.Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Ресей Ғылым академиясының жануарлар систематикасы және экологиясы институты,  
Новосибирск мемлекеттік педагогикалық университеті, Новосибирск мемлекеттік экономика  
және басқару университеті, Новосибирск қ., Ресей  
\*e-mail: gulzatzhetpisbai@mail.ru, solov\_sa@mail.ru

## ҚОСТАНАЙ ҚАЛАСЫНЫҢ КЕЙБІР ЛАНДШАФТТАРЫНЫҢ ҚҰСТАРЫ МЕН ОРНИТОФАУНАСЫ

Ұсынылған мақалада Солтүстік Қазақстан, Қостанай қаласының құстар фаунасы және орнитокешендері талданған. Қоршаған ортаның өзгеруінің жоғары динамикасымен сипаттала-тын қалалық ландшафтарда құстардың синантропты түрлерінің көбеюінің себептері анықталды. Бұл заңдылық қарастырылып отырған Солтүстік Қазақстан шекаралары үшін зерттелмеген. Алынған мәндердің негізінде құс тұрғындардың Қостанай қаласы ареалдарын, қала аумағында орын ауыстыру маршруты бағаланып, биоалуантүрлілігі, молшылығы жайлы санақ мәлеметтері талданған. Жұмыста жаңадан салынған қала аудандарының пайда болуына, сондай-ақ салынған аумақтардың сапалық өзгеруімен көптеген түрлердің тіршілік ету ортасы мен олардың көші – қон процестерінің шекаралары өзгеретіндігі айқын көрсетілген аналетикалық тәсіл көрсетілген. Зерттеуге алынған ландшафтар – бір қабатты және көп қабатты құрылысты қала аудандары, Тобыл өзені жағалауында жаңадан тұрғызылған саябақтары қатысты. Әр ландшафт бойынша жетекші түрлер анықталынып, түрлердің санының азаюына алып келіп жатқан факторлар келтірілген. Қостанай қаласының зерттелген урбозкожүйі үшін орнитокешендердің жай-күйі туралы тарихи деректер жоқ. Осы зерттеудің нәтижелері болашақта қалалық ортаның факторлық құрамдас бөлігінің трансформациясы кезінде орын алуы мүмкін орнитофаунаның және құстардың тұрғындардың өзгеру процестерін сипаттау бойынша одан әрі жұмыс істеуге негіз болады.

**Түйін сөздер:** орнитокешендер, биоәртүрлілік, Солтүстік Қазақстан, Қостанай, қазіргі жағдайы.

G.A. Zhetpisbay<sup>1\*</sup>, S.A. Soloviev<sup>2\*</sup>, G.T. Kazkenova<sup>1</sup>, G.B. Yunussova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Kazakhstan

<sup>2</sup>Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk State Pedagogical University,  
Institute of Systematics and Ecology of Animals of Siberian Branch of Russian Academy  
of Sciences (ISEA SB RAS), Novosibirsk, Russia  
\*e-mail: gulzatzhetpisbai@mail.ru, solov\_sa@mail.ru

### Ornitocomplexes and avifauna of some landscapes of Kostanay

The article analyzes the current species composition of the fauna and bird population of the city of Kostanay in Northern Kazakhstan in the winter and autumn periods. In urban landscapes characterized by high dynamics of environmental transformation, the reasons for the increase in the number of synanthropic bird species have been identified. This pattern has not been studied for the considered territory of the cities of Northern Kazakhstan. Based on the data obtained, the areas and habitats in the urban ecosystem of Kostanay and the routes of movement in the urban environment were assessed, and the species and quantitative composition of birds was analyzed. The work reflects an analytical manner, which clearly shows that with the emergence of new urban parts, as well as a qualitative change in the built-up area, there is a change in the boundaries of the habitat of many species and their migration processes. The landscapes included in the study represent areas of one-story and multi-story buildings, new city parks on the banks of the Tobyl River. The leading species in each landscape are identified and the factors leading to a reduction in the number of species are listed. It is noted that for the studied urban ecosystem of Kostanay there is no historical data on the state of ornithocomplexes. The results of this study will serve as the basis for further work to describe the processes of change in the avifauna and

bird population that may occur in the future with the transformation of the factorial component of the urban environment.

**Key words:** ornithocomplexes, biodiversity, Northern Kazakhstan, Kostanay, current state.

Г.А. Жетпісбай<sup>1\*</sup>, С.А. Соловьев<sup>2\*</sup>, Г.Т. Казкенова<sup>1</sup>, Г.Б. Юнусова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Костанайский региональный университет имени А. Байтұрсынұлы, г. Костанай, Казахстан

<sup>2</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирский государственный университет экономики и управления, г. Новосибирск, Россия

\*e-mail: gulzatzhetpisbai@mail.ru, solov\_sa@mail.ru

### **Население птиц и орнитофауна на некоторых ландшафтах города Костанай**

В статье анализируется современный видовой состав фауны и населения птиц города Костанай Северного Казахстана в зимний и осенний периоды. В городских ландшафтах, отличающихся высокой динамикой трансформации среды, выявлены причины увеличения численности синантропных видов птиц. Эта закономерность не изучена для рассматриваемой территории городов Северного Казахстана. На основании полученных данных проведена оценка ареалов и обитания в урбоэкосистеме г.Костанай и маршруты перемещений в городской среде, проанализирован видовой и количественный состав птиц. В работе отражена аналитическая манера, которая наглядно показано, что с появлением новых городских частей, а также качественной сменой застроенной территории, происходит изменение границ обитания многих видов и процессов их миграции. Ландшафты, включенные в исследование, представляют собой территории одноэтажной и многоэтажной застройки, новые городские парки на берегу реки Тобыл. Выявлены лидирующие виды в каждом ландшафте и перечислены факторы, приводящие к сокращению числа видов. Отмечается, что для изученной урбоэкосистемы г. Костаная отсутствуют исторические данные о состоянии орнитокомплексов. Результаты настоящего исследования послужат основой для дальнейшей работы по описанию процессов изменения орнитофауны и населения птиц которые, могут происходить в будущем при трансформации факторальной составляющей городской среды.

**Ключевые слова:** орнитокомплексы, биоразнообразие, Северный Казахстан, Костанай, современное состояние.

### **Кіріспе**

Тіршілікте болып жатқан биологиялық процестер-кеңістікте ғана емес, уақыт бойынша да жүріп, өзгеріп жатады. Барлық организмдер биологиялық сағаттарымен уақытты нақты өлшей алады. Бұл қызметті атқаратын жүйлерінде организмдердің өмірін қамтамасыз ететін биологиялық сағаттардың негізі бар циклдардың әртүрлілігі қамтамасыз етеді. Қазақстан мемлекеті шеңберінде неге жеке организмдердің биологиялық ырғақтары, популяцияның ырғағына қарағанда әлде қайда жақсы зерттелген деген мәселе елімізде жаңа ғылыми зеттерлерге негіз. Популяцияны бақылау қиындау, әңгіме табиғи жағдайда ұзақ уақытты қамтитын өлшемдер туралы болып отыр (онжылдықтарды, жүзжылдықтарды қамту). Экологиялық мәселелермен қатар жүретін популяциялық биологиялық ырғақтарды үздіксіз зерттеру, болашақ биологиялық қордың сақталуына, жүйелі қалыпта болуын бақылауға, өзгерістерді тіркеуге мүмкіндік беретін жол.

Өсімдіктер және жануарлар қауымдастықтарына жаппай жүргізілген бақылаулардың нәтижелері, ағаш діндерінен немесе кесінділерден алынған өзектер, мысалы, мүктердің қалыңдығы да ақпарат алуға мүмкіндік береді. Осының барлығы популяцияның тізбегі жайлы мәлемет алуға мүмкіндікті кеңейтеді[1].

Популяцияның циклдары жайлы мәлемет көп болған сайын, олардың жыл сайын қайталануына беретін ырғақтарымен ұқсастықтары байқалады. Бұл популяциялық айналымдарды Л.Н.Ердаков былай қалыптастырды:

1. Жануарлардың сандарының өзгеруінің мәнісінде жыл сайынғы айналымдардың да үлесі бар, олар санақтың қисық сызығын қарастырған кезде айқын көрінбеуі мүмкін.

2. Бұндай өзгерістер автономды, бұларға сыртқы периодты әсерлердің қатысынсыз, ішкі жағдай себеп болады.

3. Популяция бұл автоматты ауытқуы бар система ретінде, өзінің ауытқуларын сыртқы орта периодты әсерлерімен синхронизациялай алады.

4. Санның тұрақты ауытқуы -көптеген популяциялық бейімделулердің негізі[2].

Ырғақтардың бұндай ерекшеліктері экологияда нақты мойындалмаған, бірақ әр көзқарастың өзінің жақтаушылары мен даттаушылары бар.

Жануарлардың циклдарын санақ динамикасында сипаттауды А.Н.Формозов, еңбектерінен көруге болады. Бұл жаңалық ғалымдардың әрқашан назарында, бірақ ғалымдардың зерттеуінің өзегі деп айту қиын. Ғылыми мақалада молшылыққа әсер етуші факторлар қатысында зерттеу жүргізген.

Биологиялық ырғақтардың экологиялық себептерін зерттеу біртіндеп хроноэкологияға айналып бара жатыр және бұл зерттеу жұмыстардың басты мақсаты.

### Материалдар және әдістер

Популяция санының өзгеру механиздерінде шексіз айнымалылар болуы мүмкін. Жыл сайын реттелудің бейімделуінің жаңа сипаттамалары пайда болуда [3]. Популяция санының сыртқы өзгерістермен реттелуі. Кез – келген популяция-бұл кері байланыс жүйесі. Ол өзінің сипаттамаларының өзгеруіне сыртқы ортаның әсеріне жауап береді, ол интегралды реакция ретінде көрінеді, мысалы, санның өзгеруі, гено немесе фенотиптік құрамның өзгеруі. Белгілі бір аумақтағы даралар саны, яғни популяцияның тығыздығы қолайлы әсерлермен артады және қолайсыз әсерлермен азаяды[4].

Бұл табиғи-климаттық факторлар ғана емес, сонымен қатар жануарлар тұтынатын тағам мөлшері, оның сапасы. Азық-түлік тек егінге ғана емес, тұтыну қарқындылығына да байланысты өзгереді[5]. Мысалы, кейбір шөппен қоректенетін түрлер жайылымымен өсімдіктердің одан әрі өсуін ынталандырады. Жағдайдың нашарлауы дарақтардың бір бөлігін жоюға әкеледі, ал жақсару олардың туу деңгейінің, өмір сүруінің және өмір сүру ұзақтығының өсуіне әкеледі.

Э. Пианка сипаттаған санның ауытқуы туралы гипотезалардың ішінде осы ойларға негізделген дәстүрлі гипотезалар бар: «жыртқыш- жемтік», «тамақ мөлшері», «азық-түлік ресурстарын қалпына келуі». Сыртқы факторларға баса назар аударылатын бұл тәсілді А.М. Гиляров (1990) стохастизм деген атау беріп сипаттады[6].

Сондықтан қазіргі заманғы жұмыстардың едәуір бөлігі сыртқы факторлардың популяция динамикасының цикліне әсерін зерттеуге арналған деген қортындыға келуге болады. Био-

луантүрлілік пен құстардың саны бүкіл әлемде азайып келеді. Құстардың тіршілік ету ортасы, олардың тіршілік ету ортасының климаттық факторлары, күнделікті көші-қон ауқымы өзгеруде, өйткені орманнан құстары урбанизацияланған ортада көбірек уақыт өткізеді. Қазақстан бойынша қалалық мекендегі жан-жануарларының санақтық көрсеткіштерінің сандық хронологиясын шығару үшін, зерттеу материалдарының жетіспейтіндігі мәселесі бар. Басты мақсатқа құс тұрғындардың мезгіл бойынша географиялық кеңістікте таралуының картографиялық аспектісін жасау [7]. Осы тұрғыда Қостанай қаласы құс тұрғындарының санағы 2020 жылдан бастап жүргізіле басталды.

Құстар жоғары қозғалғыштығымен және санның күрт маусымдық өзгеруімен сипатталатын тұрғындарының тығыздығының динамикасымен ерекшеленеді.

Құстарды санау үшін белгіленген шектеулі жолдағы маршруттық санақ әдісі қолданылады. Алайда, бір жолақта есепке алу молшылық көрсеткіштерін төмендетеді, оның нәтижелері құстардың көрінуіне және маршруттың ұзындығына байланысты [8].

Әртүрлі енді жуандықты жолақтарда бір уақытта есеп жүргізу, жұмысты едәуір қиындатады. Жолақ жіңішке болса, соғұрлым маршрут ұзындығы ұзарады. Ол кездесоктықты жою үшін. Санақ жүргізуші тұрған нүктесінен бастап, кез-келген арақашықтықта барлық кездескен құстарды есепке алынады және олар кейін арақашықтық бойынша бөлімдерге бөлінеді. Ұя салу кезеңінде торғай тұқымдас құстарына санақ жүргізу кезінде самецтардың даусын есту қашықтығын есептеу жиі қолданылады.

Санақ жүргізуші құсты назарына алғаш алаған сәттегі қашықтық, яғни бірінші іліккен қашықтық санаққа тіркеледі.

- *молшылығы*- қабылданған бірліктердің біріне (алаңға, қашықтыққа немесе шартты пайдаланылған тәуліктік-тұзақ) есептелетін жануарлар дарақтарының саны [9]; Санақта кездескен жалпы молшылықтың 10% немесе одан да көбіне басым түрлер (доминанттар), ал жетекші түрлер – молшылығы, биомассасы немесе энергиясы бойынша бірінші орында болып табылады. Олардың бастапқы санының зерттеуші сипаттау мүмкіндіктеріне байланысты шартты түрде енгізеді. Түрлердің иерархиясы бұл жағдайда тек үстемдік туралы айтады, ал кейбіреулердің үстемдігі және басқалардың бағынуы туралы емес, сондықтан көшбасшылық ұғымы үстемдікке

қарағанда анағұрлым дұрыс және қолайлы деп танылуы керек;

-фондық түрлер – барлық тіркелген түрлер, олардың молшылығы есептеу бірлігіне есептегенде кемінде 1 даракты құрайды;

Санақ жүргізу барысында кезінде құстар нақты байқалу ұзақтығына байланысты бес топқа бөлінеді:

1) Санақ жүргізушіге жақыннан байқалған құстар, –25м;

2) Санақ жүргізушіден алыс емес арақашықтықта байқалған құстар -26-100 м;

3) Санақ жүргізушіден алыс -101 ден-300 м;

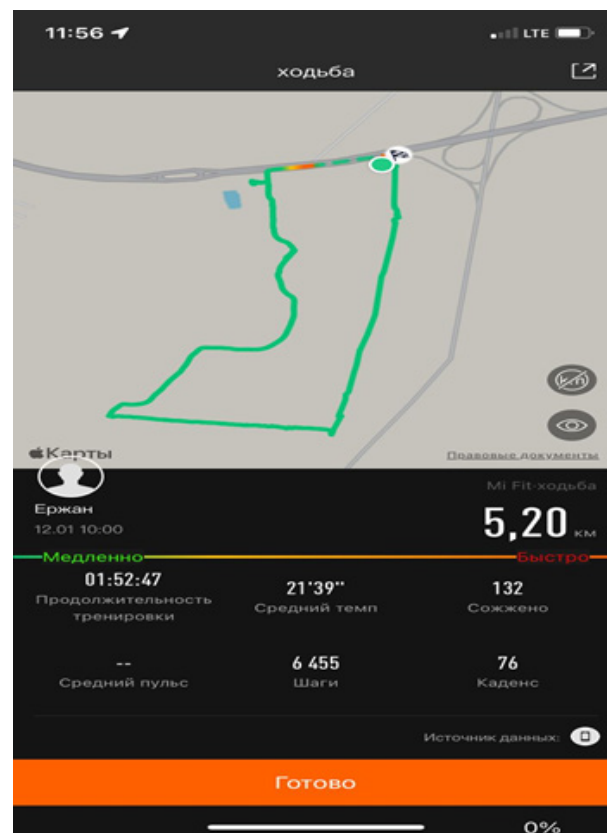
4) Санақ жүргізушіден өте алыс -301 ден 1000 м;

5) Шектен тыс алыс – >1000м. Құстардың санақ жүргізушіден арақашықтығы көзбен анықталады.

Әр түрлі қашықтықта анықталған құстардың санының көптігін төмендетіп алудан сақтану үшін А.П. Кузякинмен (1961) ұсынған тұрақты көбейткіштерді енгізілді, байқалу қашықтықтарын топтаған сыяқты. Тұрақты көбейткіштер: жақын дарактар үшін – 40; алыс емес арақашықтықта – 10; алыс жерде – 3; өте алыс – 1; шетен тыс алыс – 0,5. Бұл 1 км-дегі құстардың санын шығарады. Қабылданған тұжырымдамалардың егжей-тегжейлі сипаттамасы Ю.С. Равкин мен С.Г. Ливановтың [7] жұмыстарына келтірілген, сондықтан жоғарыда зерттеудің негізгі принциптері, түсініктері мен болжамдары қысқаша сипатталған.

Қостанай қаласында біз ұзындығы 5 км құстардың мекендейтін жерлері бойынша 3 маршрут әзірледік: Абай даңғылы (1), Тобыл өзенінің бойындағы жаңа қалалық саябақтар (2), тоғыз қабатты панельдік-кірпіш құрылыс ауданы (3). Таңдалған аудандар Қостанай қаласының аумағында құрылыстың барлық түрлерін сипаттайды: 1-аралас құрылыс, ескі игерілген аудан 2 – құрылыстың болмауы, жаңа аудан, 3 – көп қабатты ғимараттармен жаппай құрылыс, орташа игерілген аудан. Қостанайдың қалалық аудандарының трансформациясы жүз жылға жуық уақыт ішінде орын алып келеді. Бұл зерттеу қаланың орнитологиялық биоәртүрлілігінің әртүрлі уақыт пен кеңістіктік факторларға тәуелділігін және олардың биоәртүрлілікке әсерін зерттеді. Есепке алу кезінде құстардың саны содан кейін санның тығыздығы туралы мәліметтерге аударылады. Есепке сәйкес, до-

минантты және фондық түрлер туралы қорытынды жасауға болады.



1-сурет – Санақ жүргізу барысында траекторияны тіркеу жүргізу мысалы

## Нәтижелер және талдау

Қазақстан Республикасы, Қостанай облысы, Қостанай қаласы кейбір ландшафтары алынды. Санаққа 30 км жер арақашықтығы қатысты. Зерттеуге күз және қыс мезгілі алынды. Зерттеу нәтижесінде қыс және күз мезгіліндегі құстардың санын, оларға әсер етуші факторларды бағалауға болады. Күзгі және қысқы кезеңдегі әр маршруттағы құстардың санын бақылау нәтижелері 1-6 кестелерде келтірілген.

2022 жылдың қаңтар айында Абай даңғылының 1 км<sup>2</sup> аумағындағы құстардың жалпы 529 күс тіркелді. Зерттелетін биотоптың түрлік байлығы 5 түр құрады. Олардың ішінде жалпы молшылықтың доминант түріне: Ала қарға – 43 %, Көгершін-39 %, Шауқарға-10%, Сауысқан-8%. Құстар популяциясының фондық бөлігін: Қарақұс-0,2% құрады.

**1-кесте** – Абай көшесіндегі бір қабатты және көп қабатты құрылысты аудандар 1 км<sup>2</sup> жерге жалпы құс саны

| №       | Түр   | 1 км <sup>2</sup> жерге молшылығы |
|---------|---|-----------------------------------|
| 1       | Ала қарға Серая ворона <i>C. cornix</i> L.          | 225                               |
| 2       | Көгершін Сизый голубь <i>Columba livia</i> Gm       | 205                               |
| 3       | Шауқарға Галка <i>Corvus monedula</i> (L.)          | 55                                |
| 4       | Сауысқан Сорока <i>Pica pica</i> (L.)               | 43                                |
| 5       | Қарақұс Орлан-белохвост <i>Haliaeetus albicilla</i> | 1                                 |
| Барлығы |   | 529                               |

**2-кесте** – Абай даңғылы 2022 жылы күз мезгілінде жасалған санақ. Бір қабатты және көп қабатты құрылысты аудандар 1 км<sup>2</sup> жерге жалпы құс саны

| №       | Түр  | 1 км <sup>2</sup> жерге молшылығы |
|---------|--|-----------------------------------|
| 1       | Көгершін Сизый голубь <i>Columba livia</i> Gm            | 698                               |
| 2       | Үй торғайы Домовый воробей <i>Passer domesticus</i> (L.) | 124                               |
| 3       | Шымшық Большая синица <i>P. major</i> L.                 | 71                                |
| 4       | Ақтұмсық Грач <i>Corvus frugilegus</i>                   | 51                                |
| 5       | Сауысқан Сорока <i>Pica pica</i> (L.)                    | 44                                |
| 6       | Дала торғайы Полевой воробей <i>P. montanus</i> (L.)     | 40                                |
| 7       | Шауқарға Галка <i>Corvus monedula</i> (L.)               | 17                                |
| 8       | Ала қарға Серая ворона <i>C. cornix</i> L.               | 3                                 |
| Барлығы |  | 1048                              |

Күз мезгілі, қараша айы. Қашықтық-5000м. Жалпы биоалуантүрлілік 8 түрді құрады. Құс тұрғындардың 1 км<sup>2</sup> жерге 1048 дарақтардың саны тіркелді (кесте 2). Күз мезгілінде жасалған санақтан популяцияның доминант түрі: Көгершін 66-%, Үй торғайы-12%. Құстар популяциясының фондық бөлігін: Шымшық-7%, Ақтұмсық-5%, Сауысқан-4%, Дала торғайы-4%, Шауқарға-2%, Ала қарға -0,2% құрады. Санаққа ілінген құстар саны қыстағы жүргізген санаққа қарағанда 1,98 есе жоғары.

Бір қабатты және көп қабатты құрылысты аудандар аймағында жетекші құс көгершін болса, Тобыл өзені жағалауында орналасқан жана саябақта көгершін саны 13,7 есе түсті. Жалпы популяцияның 6% құрады. Бірақ тұрғын үй орталарына қарағанда түрлердің ассортименті кеңейгені байқалады мысалға жалпы популяцияда шетенді торғай 2,8 %, шауқарғаның басымдылығы байқалған -38%. Бұл антропогендік трансформацияға қарқынды ұшыраған саябақтардың бұталы дала[10] жерлерінің сақталғаны есебінен.

**3-кесте** – Тобыл өзенінің бойындағы жана қалалық саябақтар. Қыс мезгілі, ақпан айы санағы

| №       | Түр   | 1 км <sup>2</sup> жерге молшылығы |
|---------|---|-----------------------------------|
| 1       | Сауысқан Сорока <i>Pica pica</i> (L.)         | 120                               |
| 2       | Шауқарға Галка <i>Corvus monedula</i> (L.)    | 96                                |
| 3       | Көгершін Сизый голубь <i>Columba livia</i> Gm | 15                                |
| 4       | Ала қарға Серая ворона <i>C. cornix</i> L.    | 11                                |
| 5       | Шетенді тоғай Рябинник <i>T. pilaris</i> L.   | 7                                 |
| 6       | Шымшық Большая синица <i>P. major</i> L.      | 2                                 |
| Барлығы |   | 251                               |

**4-кесте** – Тобыл өзенінің бойындағы жаңа қалалық саябақтар. 2022 жыл қараша айы

| №       | Түр  | 1 км <sup>2</sup> жерге молшылығы |
|---------|--|-----------------------------------|
| 1       | Кәдімгі суықторғай Снегирь Eurasian bullfinch                    | 157                               |
| 2       | Шымшық Большая синица <i>P. major</i> L.                         | 30                                |
| 3       | Сауысқан Сорока <i>Pica pica</i> (L.)                            | 26                                |
| 4       | Дала торғайы Полевой воробей <i>P. montanus</i> (L.)             | 26                                |
| 5       | Кіші дақты тоқылдақ Малый пестрый дятел <i>Dendrocopos minor</i> | 17                                |
| 6       | Көгершін Сизый голубь <i>Columba livia</i> Gm                    | 13                                |
| 7       | Ақ шымшық Князек <i>Cyanistes cyanus</i>                         | 7                                 |
| 8       | Серая ворона Ала қарға <i>C. cornix</i> L.                       | 3                                 |
| Барлығы |  | 279                               |

Күз мезгілінде жасалған санақта жалпы құс тұрғындардың саны 1 км<sup>2</sup> жерге 279 дарақ тіркелді. Кәдімгі суықторғай- 56%, шымшық- 11%,

сауысқан- 9%, дала торғайы- 9%, кіші дақты тоқылдақ-6%, көгершін-5%, князек-3%, Ала қарға- 1% жалпы санаққа тіркелген популяция.

**5-кесте** – Массивті тоғыз қабатты панельді және кірпіш құрылыстар. 2022 жыл ақпан айы санағы

| №       | Түр   | 1 км <sup>2</sup> жерге молшылығы |
|---------|---|-----------------------------------|
| 1       | Көгершін Сизый голубь <i>Columba livia</i> Gm                         | 331                               |
| 2       | Үй торғайы Домовый воробей <i>Passer domesticus</i> (L.)              | 74                                |
| 3       | Дала торғайы Полевой воробей <i>P. montanus</i> (L.)                  | 58                                |
| 4       | Шымшық Большая синица <i>P. major</i> L.                              | 57                                |
| 5       | Сауысқан Сорока <i>Pica pica</i> (L.)                                 | 21                                |
| 6       | Ала қарға Серая ворона <i>C. cornix</i> L.                            | 20                                |
| 7       | Шауқарға Галка <i>Corvus monedula</i> (L.)                            | 1                                 |
| 8       | Кәдімгі суықторғай Обыкновенный снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (L.) | 1                                 |
| Барлығы |   | 563                               |

Зерттелетін Қостанай қаласында құстардың қыс мезгіліндегі максималды жиынтық көптігі біз 2022 жылғы ақпанда тоғыз қабатты панельді және кірпіш құрылысты ауданда тіркелді- 563 дарақ/1км<sup>2</sup>. Зерттелетін биотоптың түрлік байлығы 8 түрден тұрады. Олардың ішінде жалпы жиынтық молшылықтың тығыздығы басым түрлер: Көгершін-59%, Үй торғайы-13%, Дала торғайы-10%, Шымшық-10%. Фондық түрлерге: Сауысқан-4%, Ала қарға-4%. Фондық түрге- Шауқарға-0,2%, Кәдімгі суықторғай-0,2%.

Қостанай қаласында тоғыз қабатты панельді және кірпіш құрылысты аудандарда 2022 жылдың қазан айында жүргізілген санақ құстардың максималды жиынтық көптігі 547 дарақ/1км<sup>2</sup>. Зерттелетін биотоптың түрлік байлығы 6 түрден тұрады. Жалпы жиынтық молшылықтың тығыздығы басым түрлер: Көгершін-65%, Шымшық-21%, Сауысқан-10%. Құстар популяциясының фондық түрлері- Дала торғайы-2%, Ақтұмсық-2%.

Аталған мезгілдердегі түрлердің алуантүрлілігі 7-кестеде көрсетілген.

6-кесте – Тоғыз қабатты панельді және кірпіш құрылысты аудандар. 2022 жыл қазан айы санағы

| №       | Түр  | 1км <sup>2</sup> жерге молшылығы |
|---------|--|----------------------------------|
| 1       | Көгершін Сизый голубь <i>C. livia</i> Gm.            | 355                              |
| 2       | Шымшық Большая синица <i>P. major</i> L.             | 117                              |
| 3       | Сауысқан Сорока <i>Pica pica</i> (L.)                | 57                               |
| 4       | Дала торғайы Полевой воробей <i>P. Montanus</i> (L.) | 10                               |
| 5       | Ақтұмсық Грач <i>Corvus frugilegus</i>               | 8                                |
| Барлығы |  | 547                              |

7-кесте – 2022 жылдың күзгі және қысқы кезеңіндегі Қостанай қ. құстардың түрлік әртүрлілігі көрінісі

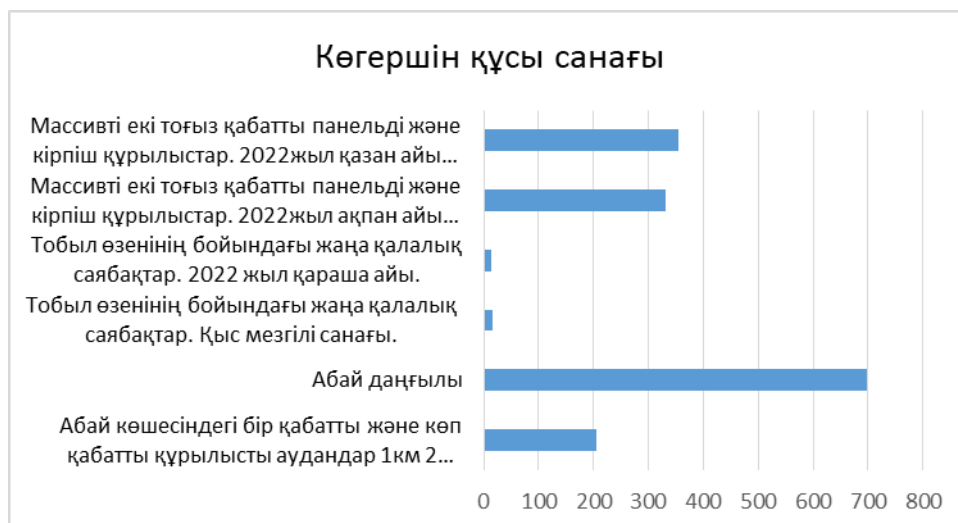
| №  | Түр   | Маршруттар |     |     |     |     |     |
|----|---|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|    |   | 1          |     | 2   |     | 3   |     |
|    |   | Күз        | Қыс | Күз | Қыс | Күз | Қыс |
| 1  | Көгершін / Сизый голубь / <i>Columba livia</i> Gm                         | +          | +   | +   | +   | +   | +   |
| 2  | Үй торғайы / Домовый воробей / <i>Passer domesticus</i> (L.)              | +          |     |     |     |     | +   |
| 3  | Дала торғайы / Полевой воробей / <i>P. montanus</i> (L.)                  | +          |     | +   |     | +   | +   |
| 4  | Шымшық / Большая синица / <i>P. major</i> L.                              | +          |     | +   | +   | +   | +   |
| 5  | Сауысқан / Сорока / <i>Pica pica</i> (L.)                                 | +          | +   | +   | +   | +   | +   |
| 6  | Ала қарға / Серая ворона / <i>C. cornix</i> L.                            | +          | +   | +   | +   |     | +   |
| 7  | Шауқарға / Галка / <i>Corvus monedula</i> (L.)                            | +          | +   |     | +   |     | +   |
| 8  | Кәдімгі суықторғай / Обыкновенный снегирь / <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (L.) |            |     | +   |     |     | +   |
| 9  | Қаракүс / Орлан-белохвост / <i>Haliaeetus albicilla</i>                   |            | +   |     |     |     |     |
| 10 | Ақтұмсық / Грач / <i>Corvus frugilegus</i>                                | +          |     |     |     | +   |     |
| 11 | Кіші дақты тоқылдақ / Малый пестрый дятел / <i>Dendrocopos minor</i>      |            |     | +   |     |     |     |
| 12 | Ақ шымшық / Князек / <i>Cyanistes cyanus</i>                              |            |     | +   |     |     |     |
| 13 | Шетенді тоғай / Рябинник / <i>T. pilaris</i> L.                           |            |     |     | +   |     |     |

7-кестенің деректері зерттеу кезеңінде жиі кездесетін түрлердің 7 түрі болғанын көрсетеді: сұр Көгершін, сауысқан, сұр қарға, үлкен шымшық, үй торғайы, дала торғайы. Қалған түрлердің пайда болуы жылдың маусымына байланысты. Қостанай қаласында кездесетін түрлер негізінен-құстардың синантропты, орманды және шалғынды жерлердің түрлері көші-қон барысында анда-санда кездеседі. Құстар олардың тіршілік ету ортасы жеткіліксіз болса да қаланың жаңа аудандарын игеруде. Айта кету керек, көгершіндер әрқашан кездеседі, олардың Қостанай қаласының мекендеу орындарына жоғары бейімделу қабілетімен түсіндіріледі. Көгершіндер қала үйлерінің архитектуралық

ерекшеліктеріне байланысты қалада өмір сүрудің оңтайлы орнын тапты. Табиғатта үнгірлерде өмір сүретін көгершіндер қазіргі географиялық жағдайларға бейімделіп, қоныстанатын түрге айналды. Көгершіндер көп қабатты үйлердің шатырларына қоныстанып, шатырдың астындағы дәстүрлі желдеткіш саңылаулардан өтіп кетті. Құстар шатырларды үнгірлер деп санайды және оларды антропогендік ортада оңтайлы жағдайларды тапқаннан гөрі ұя салатын орын ретінде пайдаланады. Сондықтан көгершіндер қаланың тұрғын аудандарында көп қоныстанды.

Барлық ландшафтарды санап шыққанда көгершіннің саны басым (Сурет 2).





2-сурет – Барлық санақ жасалған маршруттағы көгершін дарактарының саны

Көгершін құстарының Қостанай қалада өздеріне оңтайлы орын тауып мекендеуі қаланың архитектуралық ерекшеліктеріне байланысты. Оның себебі-табиғатынан үңгірлерді мекен етекен көгершіндер, қазіргі географиялық кеңестіктерге бейімделіп, селитибті түрге айналған. Олар, Қостанай қаласындағы ескі көп қабатты үйлерінің жоғарғы бөлігін құрайтын ауа алмасуды қамтамасыз ететін дәстүрлі

вентеляциялық тесіктерді үңгір деп ойлап, сол тесіктерді ұясы ретінде қолданады, солай антропогендік ортада өзіне оңтайлы орта тапқан. Сондықтан көгершіндер тұрғын үйлер орналасқан жерлерде көптеп қоныстанған. Зерттелетін кезеңде Қостанай қаласының аумағы бойынша жалпы құстар санының тығыздығы бойынша құс түрлерін салыстыру 3-суретте келтірілген.



3-сурет – Қыс және күз мезгілдеріндегі құстар санағының салыстырмалы көрінісі

3-суреттің деректері зерттелген уақытта мекен орталарындағы құстар санының тығыздығында айтарлықтай айырмашылықты көрсетеді. Жалпы нәтижелер бойынша, Тобыл өзенінің аңғарындағы жаңа қалалық саябақтардың экологиялық жағдайында құстардың молшылығы төмен болды, бұл саябақтарда құстар тамақ үшін

пайдаланатын жеміс беретін ағаштардың болуына, бірақ ұйықтайтын үйлердің болмауына байланысты. Бірақ құстарды тамақтандыруға және тұрақтануға мүмкіндік беретін басқа мекендеу орындары биоәртүрліліктен алда. Жаңадан салынған тұрғын үйлердің жанында көгершіндердің саны аз екені байқалды. Себебі, кейбір

көпқабатты үйлердегі шатырдың астындағы саңылаулар МИБ (мүлік иелерінің бірлестігі) шешімдермен фанермен тығыз жабылған, сондықтан көгершіндердің оларды ұя салатын орын ретінде пайдалану мүмкіндігі жоқ. Сондықтан мұндай үйлердің құстары шатырдың желдеткіштері әлі жабылмаған үйлері бар басқа аймақтарға қоныс аударады деп күтіледі. 2022 жылғы есеп барысында Қостанай қаласында құстардың 13 түрі тіркелген.

### Қорытынды

Біріншіден, Қостанай қалалық құстарының биоалуантүрлілігіндегі маусымдық және кеңістіктік айырмашылықтар айтарлықтай. Күзде санаққа алынған құстардың тығыздығы (және саны) қысқы есептен 2 есе көп. Қаланың ескі аудандарда (1-маршрут) жаңа игерілген ауданмен салыстырғанда (2-маршрут) көгершіндер саны шамамен 14 есе артты. Сәулет алаңдарының барлық түрлерінде (ландшафттарда) көгершіндердің саны басым болып шықты. Есепке алу барысында антропогендік әсерге байланысты тіршілік ету ортасындағы түрлердің биоәртүрлілігінде айтарлықтай айырмашылықтар бар деп айтуға болады.

Екіншіден, зерттелетін кезеңдегі түрлердің әртүрлілігі 13 түрді құрайды және негізінен

синантропты түрлермен анықталады. Құстардың тіркелген орман және шабындық түрлерінің болуы олардың тамақ іздеп қала маңынан күнделікті қозғалуынан туындайды. Құстардың басым түрлері көгершін, сауысқан, шымшық, ала қарға, үй торғайы, шауқарға, дала торғайы, ақтұмсық, ал аз кездескен түрлерге кіші дақты тоқылдақ, ақ шымшық, шетенді тоғай жатады.

Үшіншіден, Қостанай қалалық құрылысындағы құстар санының маусымдық ауытқуының негізінде жатқан факторлар, маусымдықтан басқа, құрылысты игеру уақыты, құрылыстың тығыздығы мен түрі, көпқабатты үйлерде шатыр астындағы жел өткіш саңылаулардың болуы (көпқабатты үйдің сәулет ерекшелігі), аулаларда жидек-жеміс ағаштарының болуы болып табылады.

Төртіншіден, қазіргі уақытта Қазақстанның әрбір қаласы бойынша хронологиялық деректер базасы бар деп айту қиын. Осылайша, бұл жұмыстың нәтижелері жыл сайынғы ұқсас зерттеулер барысында құрылатын Қостанай қаласының құстарды есепке алудың жалпы дерекқорының бөлігі болады. Қазақстандағы осындай хронологиялық зерттеулер болашақта орнитологиялық халықтың географиялық кеңістіктегі фондық өзгерістерін бекіту үшін құнды ақпарат береді.

### Әдебиеттер

1. Ердаков Л.Н. *Многолетние циклы в популяциях животных*. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2021.
2. Ердаков Л.Н. *Биологические ритмы в популяционной регуляции*. Новосибирск: Институт систем и экологии живых СО РАН, Том:138 №: 3, 2018.
3. Адам А.М., Торопов К.В. *Птицы южнотаежной поймы Оби*. Томск: Литературное бюро, 2016.
4. Равкин Ю.С., Ливанов С.Г. *Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления*. Новосибирск: Наука, 2008.
5. Timothy D. Schowalter. *Population dynamic. Insect Ecology* (Fifth Edition). An Ecosystem Approach, 2022.
6. Гиляров А.М. *Популяционная экология*. Москва: Изд.во МГУ, 1990.
7. Соловьев С.А., Исакаев Е.М., Жетписбай, Г.А., Г.Б. Юнусова, Табункин В.В., Щербань А.В., Казкенова Г.Т. Современное состояние орнитокомплексов города Костаная в зимний период. *Безопасность городской среды, Материалы X Международной научно-практической конференции*. ОмГУ (2023): 286-290.
8. Ливанов С.Г. *Птицы Урала*. Новосибирск: СО РАН, 2021.
9. Ивлиев В.Г. *Птицы Татарстана: численность, распределение*. Новосибирск: СО РАН, 2020.
10. Торопов К.В. *Птицы колочной степи западной Сибири*. Новосибирск: Наука, 2008.

### References

1. Erdakov, L.N. *Mноголетние циклы в популяциях животных [Long-term cycles in animal populations]*. Moscow: M.:KMK, (2021). – (In Russian).
2. Erdakov, L.N. *“Biologicheskie ritmy v populjacionnoj reguljácii [Biological rhythms in population regulation]”*. Institute of Systematics and Ecology of Animals of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (ISEA SB RAS), Novosibirsk. (2018): №3:– (In Russian).
3. Adam, A.M., Toropov, K.V. *“Pticy juzhnotaeznoj pojmy [Birds of the southern taiga floodplain]* Ob.-Tomsk: Literary Bureau, (2016).(In Russian).

4. Ravkin, Ju.S., Livanov, S.G. *Faktornaja zoogeografija: principy, metody i teoreticheskie predstavlenija [Factorial zoogeography: principles, methods and theoretical concepts]* Novosibirsk: Nauka, (2008). – (In Russian).
5. Schowalter, Timothy D. *Population dynamics. Insect Ecology* (Fifth Edition). An Ecosystem Approach, (2022)
6. Giljarov A.M. “*Populjacionnaja jekologija.Ucheb.posobie [Population ecology]*”. Textbook. M.: Publishing House, Moscow State University, (1990).– (In Russian).
7. Solov’ev S. A., Isakaev E. M., Zhetspisbaj, G. A., Junussova, G. B., Tabunkin, V.V., Shherban’, A.V., Kazkenova, G. T. *Sovremennoe sostojanie ornitokompleksov goroda kostanaja v zimnij period [The current state of ornithocomplexes of the city of Kostanay in winter]. Materials of the X International Scientific and Practical Conference Security of the Urban Environment 2022.* Publishing house Omsk State Technical University (2023). Omsk. – (In Russian).
8. Livanov, S.G. “*Pticy urala[Birds of the Urals]*”. Novosibirsk (2021) – (In Russian).
9. Ivliev, G. *Pticy Tatarstana: chislennost’,raspredelenie [Birds of Tatarstan: numbers, distribution]*. – Novosibirsk: SB RAS (2020). (In Russian).
10. Toropov, K.V. . “*Pticy kolochnoj stepi zapadnoj Sibiri[Birds of the kolochny steppe of Western Siberia]*”. -Novosibirsk “Science”, (2008). (In Russian).

**Авторлар туралы мәлімет:**

*Жетпісбай Гүлзат Асылбекқызы – жаратылыстану ғылымдары магистры, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің биология,экология және химия кафедрасы аға оқытушысы (Қостанай, Қазақстан, e-mail: gulzatzhetspbai@mail.ru)*

*Соловьев Сергей Александрович – биология ғылымдарының докторы, НГПУ биология және экология кафедрасының профессоры, НГУЭУ экологиялық қауіпсіздік және табиғатты ұтымды пайдалану кафедрасының профессоры, Ресей құстарды қорғау одағының ОО мүшесі, МАНЭБ халықаралық академиясының академигі (Новосибирск қ, Ресей, , e-mail: solov\_sa@mail.ru)*

*Казкенова Гүлжан Тулегеновна – жаратылыстану ғылымдары магистры, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің биология, экология және химия кафедрасының аға оқытушысы (Қостанай, Қазақстан, e-mail: gulzhan\_kazkenova@mail.ru)*

*Юнусова Гүлнара Батырбековна – техника ғылымдарының кандидаты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің қауымдастырылған профессоры (Қостанай, Қазақстан, e-mail: gulnara\_yun@mail.ru)*

**Information about authors:**

*Zhetspbay Gulzat Asylbekovna – master of natural sciences, senior lecturer of the department of biology, ecology and chemistry of Kostanay regional university named after Akhmet Baitursynov (Kostanay, Kazakhstan, e-mail: gulzatzhetspbai@mail.ru)*

*Soloviev Sergey Alexandrovich – doctor of biological sciences, leading researcher of the ISIEU so ran, professor of the Department of biology and ecology of NGPU, professor of the Department of environmental safety and rational nature management of NGUEU, member of the OO of the Union for the protection of birds of Russia, academician of the International Academy of MANEB (Novosibirsk, Russia, e-mail: solov\_sa@mail.ru)*

*Kazkenova Gulzhan Tulegenovna – master of Natural Sciences, senior lecturer of the Department of biology, ecology and chemistry of Kostanay regional university named after Akhmet Baitursynov (Kostanay, Kazakhstan, e-mail: gulzhan\_kazkenova@mail.ru)*

*Yunusova Gulnara Batorybekovna – candidate of technical sciences, associate professor of Kostanay regional university named after Akhmet Baitursynov(Kostanay, Kazakhstan, e-mail: gulnara\_yun@mail.ru)*

*Келін түсті: 06 ақпан 2024 жыл  
Қабылданды: 16 маусым 2024 жыл*

Т.Н. Кобылина<sup>1,2</sup>, Б.М. Тыныбеков<sup>1</sup>, А.С. Нурмаханова<sup>1</sup>,  
 Г.К. Сатыбалдиева<sup>3</sup>, Г.Ә. Садырова<sup>1</sup>, Э.А. Кырбасова<sup>4\*</sup>,  
 Э.М. Иманова<sup>4</sup>, М.Х. Парманбекова<sup>4</sup>, А.Ж. Чилдибаева<sup>1</sup>,  
 Қ.Қ. Құлымбет<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Физиология және генетика институты, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан

<sup>4</sup>Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>5</sup>Ө.О.Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: e.kyrbasova@gmail.com

## ІЛЕ АЛАТАУЫНДА КЕЗДЕСЕТІН *SEDUM HYBRIDUM* L. ЖӘНЕ *SEDUM EWERSII* LEDEB. ПОПУЛЯЦИЯЛАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ТОПЫРАҚ ЖАҒДАЙЫ

Мақалада *Sedum hybridum* L. және *Sedum ewersii* Ledeb. популяцияларының таралуы аймағы топырақтарының далалық және лабораториялық зерттеу нәтижелері бойынша топырақтардың табиғи жағдайлары сипатталған. Топырақтардың типтері, морфологиялық белгілері, топырақтың химиялық құрамы бойынша қоректік элементтері, гумус мөлшері, сіңірілген негіздері мен тұздық құрамы және механикалық құрамдары анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша Көкжайлау (популяция 1) шатқалындағы кескінде салынған топырақ типі – қара топырақ, Түрген шатқалы (популяция 2) – қара топырақ, Қастек өзені маңы (популяция 3) – қоңыр топырақ типтері анықталды. Зерттеу нәтижесінде, Көкжайлау шатқалындағы қара топырақтың (популяция 1) 0-80 см қабатындағы гумус мөлшері өте жоғары, 5,55-12,81% аралығында, топырақ ортасының реакциясы рН 7,10- 7,40 аралығында, CO<sub>2</sub> мөлшері 0,16-0,34 аралығында болды. Түрген шатқалындағы (популяция 2) қара топырақтың 0-60 см қабатындағы гумус мөлшері өте жоғары, 5,90-20,88% аралығында, топырақ ортасының реакциясы рН 6,15-7,07 аралығында, CO<sub>2</sub> мөлшері 0,21-0,34 аралығында. Популяция 3 (қоңыр топырақ) 0-73 см қабатындағы гумус мөлшері орташа, 1,57-6,92% аралығында, рН 7,13-8,23 аралығында, яғни сілтілі болды, топырақ тереңдігіне қарай сілтілік жоғарылады, CO<sub>2</sub> мөлшері 0,16 – 0,34 аралығында. Көкжайлау шатқалындағы топырақ кескініндегі су сүзіндісінің құрамы бойынша: CO<sub>3</sub> – анықталмады; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 0,24- 0,48; Cl<sup>-</sup> – 0,04; SO<sub>4</sub><sup>-</sup> – 0,12-0,92; Ca<sup>+</sup> – 0,29-0,49; Mg<sup>2+</sup> – 0,20-0,98; Na<sup>+</sup> – 0,05-0,06; K<sup>+</sup> – 0,05-0,23; тұздар жиыны 0,060-0,083%. Зерттелген топырақ нысандарындағы топырақ кескінінің барлық қабаттарындағы тұздар жиынтығының мөлшерлері көрсеткендей 3 популяцияның да топырақтары тұзданбағандығы анықталды.

**Түйін сөздер:** популяция, топырақ, кескін, гумус, тұз.

T.N. Kobylina<sup>1,2</sup>, B.M. Tynybekov<sup>1</sup>, A.S. Nurmahanova<sup>1</sup>,  
 G.K. Satybaldieva<sup>3</sup>, G.A. Sadyrova<sup>1</sup>, E.A. Kyrbasova<sup>4\*</sup>, E.M. Imanova<sup>4</sup>,  
 M.Kh.Parmanbekova<sup>4</sup>, A.Zh. Childibaeva<sup>1</sup>, K.K.Kulymbet<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Institute of Physiology and Genetics, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

<sup>4</sup>Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

<sup>5</sup>Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U.U.Uspanov, Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: e.kyrbasova@gmail.com

### Current soil state of populations of *Sedum Hybridum* L. and *Sedum Ewersii* Ledeb. found in the zailiy alatau

The article describes natural soil conditions of *Sedum hybridum* L. and *Sedum ewersii* Ledeb. populations area based on the results of field and laboratory soil studies of soils. Soil types, morphological features, chemical composition, nutrient elements, amount of humus, absorbed bases and salt composition, as well as mechanical composition of soils are determined. The following soil types were identified during field studies: Kokzhailau Gorge (population 1) – chernozem, Turgeni Gorge (population 2) – chernozem, near Kastek River (population 3) – chestnut soil. The humus content in the 0-80 cm layer of

chernozem (population 1) of Kokzhailau gorge is very high, ranging from 5.55-12.81%, the reaction of the soil medium is within pH 7.10-7.40, i.e. CO<sub>2</sub> content ranges from 0.16 to 0.34. On chernozems of Turgeni gorge (population 2) humus content in 0-60 cm layer is very high, within 5.90-20.88%, reaction of soil medium within pH 6.15-7.07, amount of CO<sub>2</sub> within 0.21-0.34.

On chestnut soils near the Kastek River (population 3), the humus content in the 0-73 cm layer was in the range of 1.57-6.92%, the pH ranged from 7.13-8.23, i.e. it was alkaline, the CO<sub>2</sub> content was in the range of 0.16 – 0.34. The composition of salts in the chernozems of the Kokzhailau gorge: CO<sub>3</sub> – not detected; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 0,24- 0,48 ; Cl<sup>-</sup> – 0.04; CO<sub>4</sub><sup>-</sup> – 0,12-0,92; Са<sup>+</sup> – 0,29-0,49; Mg<sup>2+</sup> – 0,20-0,98; Na<sup>+</sup> – 0,05-0,06; То<sup>+</sup> – 0,05-0,23; The amount of salts is 0.060-0.083%. It was found that the soils of all 3 populations are not saline, since the amount of salts does not exceed the salinity limit.

**Key words:** population, soil, profile, humus, salt.

Т.Н. Кобылина<sup>1,2</sup>, Б.М. Тыныбеков<sup>1</sup>, А.С. Нурмаханова<sup>1</sup>,  
Г.К. Сатыбалдиева<sup>3</sup>, Г.А. Садырова<sup>1</sup>, Э.А. Кырбасова<sup>4\*</sup>, Э.М. Иманова<sup>4</sup>,  
М.Х. Парманбекова<sup>4</sup>, А.Ж. Чилдибаева<sup>1</sup>, К.К. Кулымбет<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Институт физиологии и генетики, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Казахский аграрный научно-исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

<sup>4</sup>Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

<sup>5</sup>Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии  
имени О.О. Оспанова, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: e.kyrbasova@gmail.com

### Современное почвенное состояние популяций *Sedum Hybridum* L. и *Sedum Ewersii* Ledeb, встречающихся в Заилийском Алатау

В статье описаны природные условия почв ареала популяций *Sedum hybridum* L. и *Sedum ewersii* Ledeb. по результатам полевых и лабораторных исследований почв. Определены типы почв, морфологические особенности, химический состав, питательные элементы, количество гумуса, поглощенных оснований и солевой, а также механический составы почв. При полевых исследованиях определены следующие типы почв: ущелье Кокжайлау (популяция 1) – чернозем, Тургенское ущелье (популяция 2) – чернозем, вблизи реки Кастек (популяция 3) – каштановая почва. Содержание гумуса в слое 0-80 см чернозема (популяция 1) ущелья Кокжайлау очень высокое, в пределах 5,55-12,81%, реакция почвенной среды при pH 7,10-7,40, т.е. содержание CO<sub>2</sub> колеблется от 0,16 до 0,34. На черноземах Тургенского ущелья (популяция 2) содержание гумуса в слое 0-60 см значительно высокое – 5,90-20,88%, реакция почвенной среды – pH 6,15-7,07, количество CO<sub>2</sub> – 0,21-0,34.

На каштановых почвах вблизи реки Кастек (популяция 3) содержание гумуса в слое 0-73 см находилось в пределах 1,57-6,92%, pH колебалось от 7,13 до 8,23, т.е. было щелочным, а содержание CO<sub>2</sub> – 0,16 – 0,34. Состав солей в черноземах ущелья Кокжайлау: CO<sub>3</sub> – не обнаружен; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 0,24- 0,48; Cl<sup>-</sup> – 0,04; CO<sub>4</sub><sup>-</sup> – 0,12-0,92; Са<sup>+</sup> – 0,29-0,49; Mg<sup>2+</sup> – 0,20-0,98; Na<sup>+</sup> – 0,05-0,06; K<sup>+</sup> – 0,05-0,23, таким образом количество солей составляет 0,060-0,083%. Установлено, что почвы всех 3 популяций не засолены, так как количество солей не превышают предел засоленности.

**Ключевые слова:** популяция, почва, разрез, гумус, соль.

### Кіріспе

Қазақстан территориясында таулы аймақтар кең таралғандықтан таулы топырақтар үлесі де басым болып келеді. Биік таулы аймақ топырақтары республикамыздың оңтүстік-шығысын алып жатыр. Аумағы 37 млн.га республика жерінің 14%-ын құрайтын оңтүстік, оңтүстік-шығыс таулы алқаптарында топырақ түзілу процестері тік белдемдік заңға бағынады, тау биіктігіне қарай түсетін ылғал мөлшері көбейіп, ауа-райы салқындайды [1-3]. Бұл аймақтарда тау етегінің шөлді – дала топырағынан бастап (теңіз деңгейінен 250-300 м), биік таулы 3000-4000 м дейін бірнеше таулық белдемдер кездеседі, олардың

топырақ, өсімдік жамылғылары әр түрлі болып келеді [4,5].

Зерттеу нысаны болған Түрген, Көкжайлау шатқалдарының топырақтары және Қастек өзенінің маңы топырағы Іле Алатауының тау тізбегіне кіреді. Мұнда топырақ типтерінің таралуы алуан түрлі. Тау етегінің биіктеу жазықтықтарында қара қоңыр, қоңыр т.б. түрлері кездеседі.

Зерттеудің нысаны Іле Алатауының тау тізбегіне кіретін Көкжайлау (Алма – Арасан) мен Түрген шатқалдарының топырақтары және Қастек өзенінің маңының топырақтары болды.

Іле Алатауы Қаскелең мен Түрген аралығындағы орталық бөлігі биік таулар тізбегінен тұрады, мұнда гляциалдық-альпілік жер бедері

– қырлы жалдар, сүйір шындар, қия жартастар, қарлар таралған. Бірқатар биік шындары бар (5000 м), орталық биік бөлігінен батыс және шығысқа қарай жота біртіндеп аласарады. Іле Алатауының оңтүстік беткейі тік және аз тілімделген. Солтүстік беткейі біршама көлбеу [6,7].

Таулы жерлердің биіктігіне байланысты биогидротермикалық жағдайдың өзгеруі әр түрлі топырақтардың қалыптасуына әсер етеді. Қазақстан жерінде таулы-дала топырақтары барлық жер ауданының – 0,9%; таулы-орман қара – қоңыр топырақтары – 0,2%; таулы қара топырақтары – 0,1%-ды құрайды [8].

Зерттеу нысандары Іле Алатауларының етегіндегі тау аралық аңғарларда орналасқан. Климаты қоңыржай, континенттік. Қаңтардың орташа температурасы 13,7 градус, шілдеде 14,8 градус (Түрген). Жауын-шашынның жылдық орташа мөлшері 500-600 мм. Жері күлгін сұр, қиыршық тас аралас қоңыр, қара топырақты келеді. Шырша, қарағай, қайың, терек, үйеңкі, қарағаш, тобылғы, бозқараған, ақ селеу, бетеге, жусан т. б. өседі [9,10].

Топырақ түзуші жыныстар ретінде әк тасы, құмдар, такта тастар, магмалық тау жыныстарының үгілген өнімдері кездеседі. Лёссті құрамды және саздақтармен берілген эолдық және делювийлік шөгінділер [11].

### Зерттеудің материалдары мен әдістері

Іле Алатауы тау тізбектерінде далалық зерттеу жұмыстары мен топырақ кескіндерін салу 2023 жылы жүргізілді. Топырақ кескіндері Түрген, Көкжайлау шатқалдарының топырақтары және Қастек өзенінің маңында салынды. Далалық зерттеу барысында 3 топырақ кескіні салынып, зерттелді.

Зерттеу әдістері: 1. *Далалық* (топырақ кескінінің морфологиясын далалық анықтау). 2. *Лабораториялық* (топырақтардың химиялық қасиеттері мен гранулометриялық құрамын және т.б.).

Далалық зерттеулер барысында зерттеу нысаны сипатталып, топырақ кескіндерін салынды, топырақ кескіндерінің генетикалық горизонттарынан морфологиялық белгілері анықталды, алынған топырақ үлгілерінен топырақтардың химиялық құрамдары анықталды. Топырақты сипаттау стандартты үлгілер негізінде жүргізілді [12]. Топырақ үлгілері Ө.Ө. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институтының зерттеу лабораториясында жүргізілді. Топырақ үлгілерінен келесідей химиялық көрсеткіштер анықталды: қоректік

элементтер (азот, фосфор, калий) – ГОСТ 26205-91, сіңірілген негіздер, топырақтағы тұздар мөлшері, катиондар мен аниондар ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) мен катиондар ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) – ГОСТ 26425-85 бойынша анықталды, топырақтың су сығындысының қышқылдық рН мөлшері – ГОСТ 26423-85 бойынша, органикалық зат мөлшері (гумус) – ГОСТ 23740 – 79 бойынша, карбонаттар мөлшері ( $\text{CO}_2$ ) – ГОСТ 26425-85 бойынша, топырақтың гранулометриялық құрамы – ГОСТ 12536-2014 бойынша анықталды.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

#### *Зерттелген топырақтардың морфологиясы.*

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей Көкжайлау (Алма-Арасан) (популяция 1) шатқалындағы кескінде салынған топырақ типі – қара топырақ, Түрген шатқалында (популяция 2) – қара топырақ, Қастек өзені маңында (популяция 3) – қоңыр топырақ түрлері анықталды.

*Популяция – 1 – Көкжайлау шатқалы.* Топырақ кескіні Көкжайлау (Алма-Арасан) шатқалында салынды. Алматының оңтүстік – батысында, Іле Алатауының солтүстік беткейінде Көкжайлау өзенінің шатқалы 5-ші ГЭС тан, яғни Алма Арасаннан басталады. Таулы – шалғынды ландшафтты. Граниттер мен гранодиоридтер кең таралған. Шатқал маңында шыршалы орман, әр түрлі шөптесін өсімдіктер, бұталар (таңқурай, шиповник т.б.) [13,14].

#### Морфологиялық сипаттамасы:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| $A \frac{0-6}{6}$     | Қара – қоңыр, балғын, орташа құмбалшықты, дөңді, жіңішке тамырлар кездеседі, қышқылдардың әсерінен аздап қайнайды  |
| $AB \frac{6-23}{17}$  | Қоңыр, балғын, орташа құмбалшықты, түйіршікті – дөңді, өсімдік тамырлары көп мөлшерде кездеседі, бунақ-денелілер мен кеміргіштердің іздері мен індері кездеседі, қышқылдан нашар қайнайды. |
| $B \frac{23-45}{22}$  | Қоңыр, балғын, түйіршікті – дөңді, орташа құмбалшықты, тастар көптеп кездесетіндіктен қабат өте тығыз, қышқылдардан нашар қайнайды   |
| $BC \frac{45-80}{35}$ | Ашық – қоңыр, түйіршікті – дөңді, тығыздалған, өсімдік тамырлары мен ірі тастар кездеседі, қышқылдардан қайнамайды   |

*Популяция – 2 – Түрген шатқалы.* Түрген шатқалы Іле Алатауының батыс жотасының теріскей бөктерлерінен басталып Сарытау жотасына дейін 49 км –ге дейінгі қашықтыққа созылып жатыр. Іле Алатауының ең ұзын шатқалы, шат-

қалды үйеңкі, жабайы өрік, Сиверс алма ағашы, қайың ен терек, қылқанжапырақтылар қаулап өседі [15].

Морфологиялық сипаттамасы:

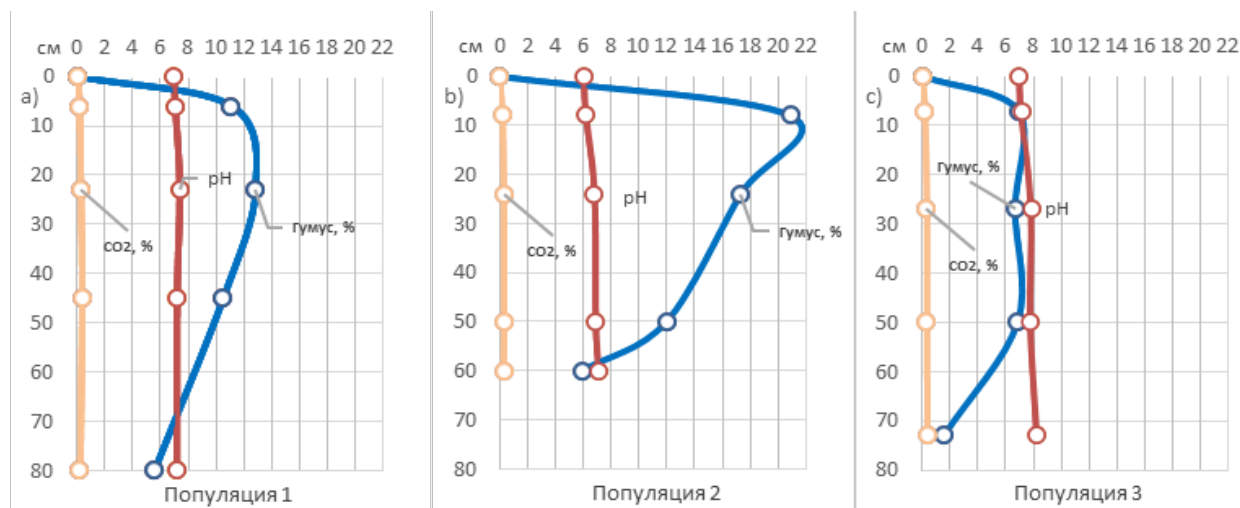
|                       |  |
|-----------------------|--|
| $A \frac{0-8}{8}$     | Қара – қоңыр, балғын, аздап тығыздалған, борпылдақ құрылымды, тамырлар көптеп кездеседі, орташа құмбалшықты, түйіршікті – призматәрізді, ұсақ тамырлар кездеседі, қышқылдардан нашар ериді |
| $AB \frac{8-24}{16}$  | Қоңыр, балғын, орташа құмбалшықты, жаңғақты – дәнді құрылымды, өсімдік тамырлары кездеседі, тасты – қиыршық тасты, қышқылдардан нашар қайнайды, келесі қабатқа өтуі біртіндеп              |
| $B \frac{24-50}{26}$  | Ашық – қоңыр, балғын, жаңғақты, орташа құмбалшықты, тастар көптеп кездеседі, келесі қабатқа өтуі анық, нашар қайнайды  |
| $BC \frac{50-60}{10}$ | Ашық – қоңыр, түйіршікті, құрылымсыз, ірі тастар бар, өсімдік тамырлары кездеседі  |

*Популяция – 3, Қастек өзені маңы.* Алматы облысы Жамбыл ауданы жерімен ағады. Ұзындығы 47 км, су жиналатын алабы 250 км<sup>2</sup>. Бастауын Қастек жотасынан алады. Қастек ауылына дейін жарқабақты, жонды-белесті, сайлы-жыралы өңірлермен өтеді. Өсімдіктерден жусан, ши, бұтааралас тұқымдас шөптесін өскен бозғылт қоңыр және қоңыр топырақты тауалды жазығы болып табылады [16].

Морфологиялық сипаттамасы:

|                        |  |
|------------------------|--|
| $A \frac{0-7}{7}$      | Қарар – қоңыр, балғын, тығыздалған, дәнді, көптеген тамырлар бар, орташа құмбалшықты, қиыршық тастар бар, қышқылдардан қайнауы нашар                               |
| $B_1 \frac{7-27}{20}$  | Қара – қоңыр, балғын, жаңғақты – дәнді, орташа құмбалшықты, өсімдік тамырлары мен қалдықтары кездеседі, қышқылдардан нашар қайнайды, келесі қабатқа өтуі біртіндеп |
| $B_2 \frac{27-50}{23}$ | Қоңыр, балғын, ұсақ дәнді, құрылымсыз, орташа құмбалшықты, ірі тасты және ұсақ қиыршық тастар кездеседі, жіңішке тамырлар сирек кездеседі, қышқылдан қайнамайды    |
| $BC \frac{50-73}{23}$  | Қоңыр, құмбалшықты, дәнді, тығыздалған, құрылымсыз, нашар қайнайды   |

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей Көкжайлау шатқалындағы қара топырақтың (популяция 1) 0-80 см қабатындағы гумус мөлшері өте жоғары [17,18], 5,55-12,81% аралығында болды. Топырақтың қоректік элементтерінің жылжымалы мөлшерлері келесідей болды: азот – 58,8-84,0 мг/кг, фосфор – 26-70 мг-кг, калий – 190-280 мг/кг аралықтарында, яғни қоректік элементтермен жоғары мөлшерде қамтылған [19]. Топырақ ортасының реакциясы рН 7,10-7,40 аралығында, яғни сілтілі болды, топырақ тереңдігіне қарай сілтілік жоғарылады, СО<sub>2</sub> мөлшері 0,16-0,34 аралығында болды.

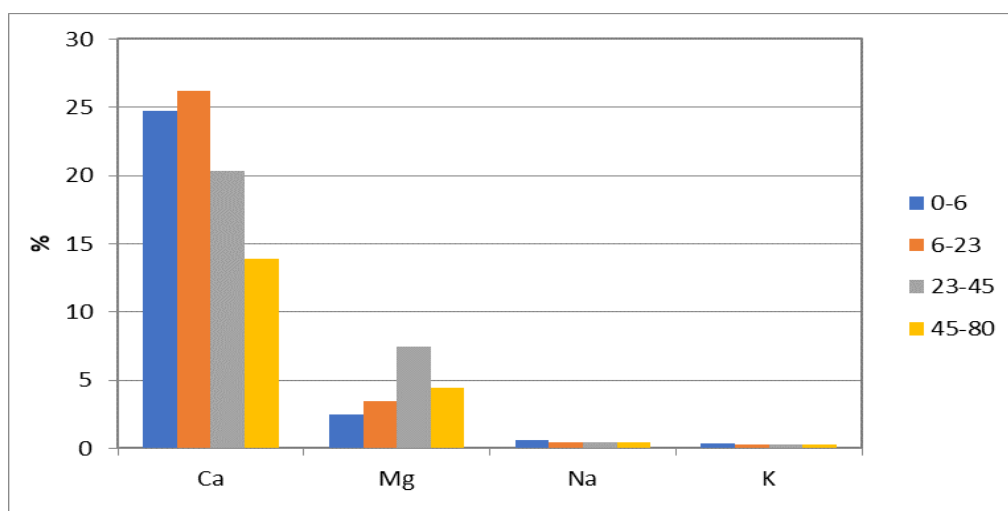


1-сурет – Зерттеу нысандарындағы топырақтар құрамындағы гумус, көміртегі және рН көрсеткіштері

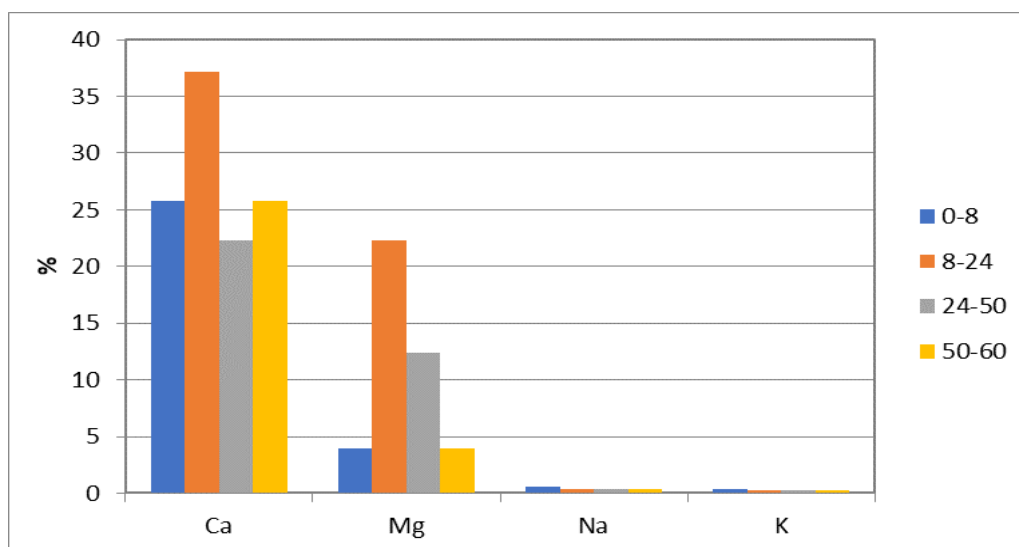
Бұл топырақтағы сіңірілген негіздердің жалпы мөлшерлері 0-80 см топырақ қабатында 100 г топыраққа 19,02-30,46 мг-экв аралығында болды. Сіңірілген негіздер арасында сіңірілген кальций, одан кейін магний басым болды [20].

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей Түрген шатқалындағы қара топырақтың 0-60 см қабатындағы гумус мөлшері өте жоғары [17], 5,90-20,88 % аралығында болды. Топырақтың қоректік элементтерінің жылжымалы мөлшерлері келесідей болды: азот – 81,2-114,8 мг/кг, фосфор

– 14-66 мг-кг, калий – 160-320 мг/кг аралықтарында. Жылжымалы азот пен калий мөлшері релі жоғары, фосфор мөлшері орташа болды. Топырақ ортасының реакциясы рН 6,15-7,07 аралығында, топырақ тереңдігіне қарай бейтарапқа ауысады,  $\text{CO}_2$  мөлшері 0,21-0,34 аралығында болды. Бұл топырақтағы сіңірілген негіздердің жалпы мөлшерлері жоғары, 0-80 см топырақ қабатында 100 г топыраққа 30,4-60,06 мг-экв аралығында болды. Сіңірілген негіздер арасында сіңірілген кальций, одан кейін магний басым болды.



2-сурет – Көкжайлау шатқалындағы топырақ құрамындағы сіңірілген негіздер мөлшері, мг-экв/100 г топыраққа



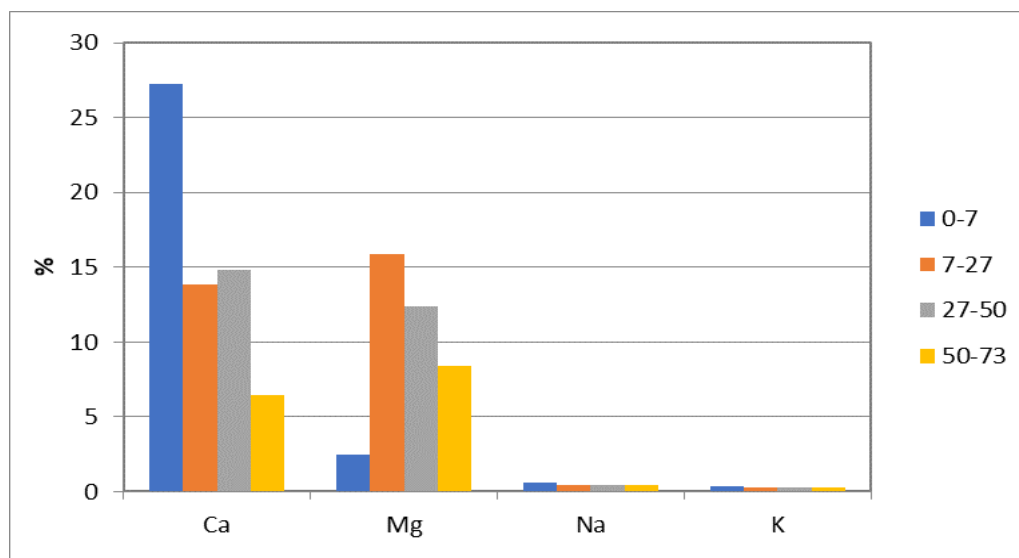
3-сурет – Түрген шатқалындағы топырақ құрамындағы сіңірілген негіздер мөлшері, мг-экв/100 г топыраққа



Зерттеу нәтижелері көрсеткендей Қастек өзені маңынан алынған қоңыр топырақтың 0-73 см қабатындағы гумус мөлшері орташа [17], 1,57-6,92 % аралығында болды. Топырақтың коректік элементтерінің жылжымалы мөлшерлері келесідей болды: азот – 28,0-103,6 мг/кг, фосфор – 8-48 мг-кг, калий – 90-250 мг/кг аралықтарында. Топырақтағы жылжымалы азот мөлшері жоғары, фосфор төмен, калий мөлшері жоғары

болды [19]. Топырақ ортасының реакциясы рН 7,13-8,23 аралығында, яғни сілтілі болды, топырақ тереңдігіне қарай сілтілік жоғарылады,  $\text{CO}_2$  мөлшері 0,16-0,34 аралығында болды.

Бұл топырақтағы сіңірілген негіздердің жалпы мөлшерлері 0-80 см топырақ қабатында 100 г топыраққа 15,56-30,65 мг-экв аралығында болды. Сіңірілген негіздер арасында сіңірілген кальций, одан кейін магний басым болды.



4-сурет – Қастек өзені маңынан алынған топырақ құрамындағы сіңірілген негіздер мөлшері, мг-экв/100 г топыраққа

Тұздардың топырақта жиналуы мен жиналу жағдайлары, сортаңданған топырақ қалыптасуына, тұздардың ыза және топырақ құраушы жыныстар мен тұздардың топырақ кескінінде шоғырлануына байланысты. Тұздар негізінен тау жыныстары бұзылуы нәтижесінде ерігіш күйінде пайда болады. Көптеген тұздар жанартау шөгінділерінде пайда болады. Тұздардың құрылықта қарқынды жинақталуы климат жағдайына, қар мен жауын суы булану мөлшеріне, суда еритін және топырақтың су өткізгіштік қабілетіне байланысты [21].

Көкжайлау шатқалындағы топырақ кескініндегі су сүзіндісінің құрамы келесідей болды:  $\text{CO}_3^-$  анықталмады;  $\text{HCO}_3^-$  – 0,24-0,48;  $\text{Cl}^-$  – 0,04;  $\text{SO}_4^-$  – 0,12-0,92;  $\text{Ca}^+$  – 0,29-0,49;  $\text{Mg}^{2+}$  – 0,20-0,98;  $\text{Na}^+$  – 0,05-0,06;  $\text{K}^+$  – 0,05-0,23; Тұздар жиыны 0,060-0,083% [21, 22].

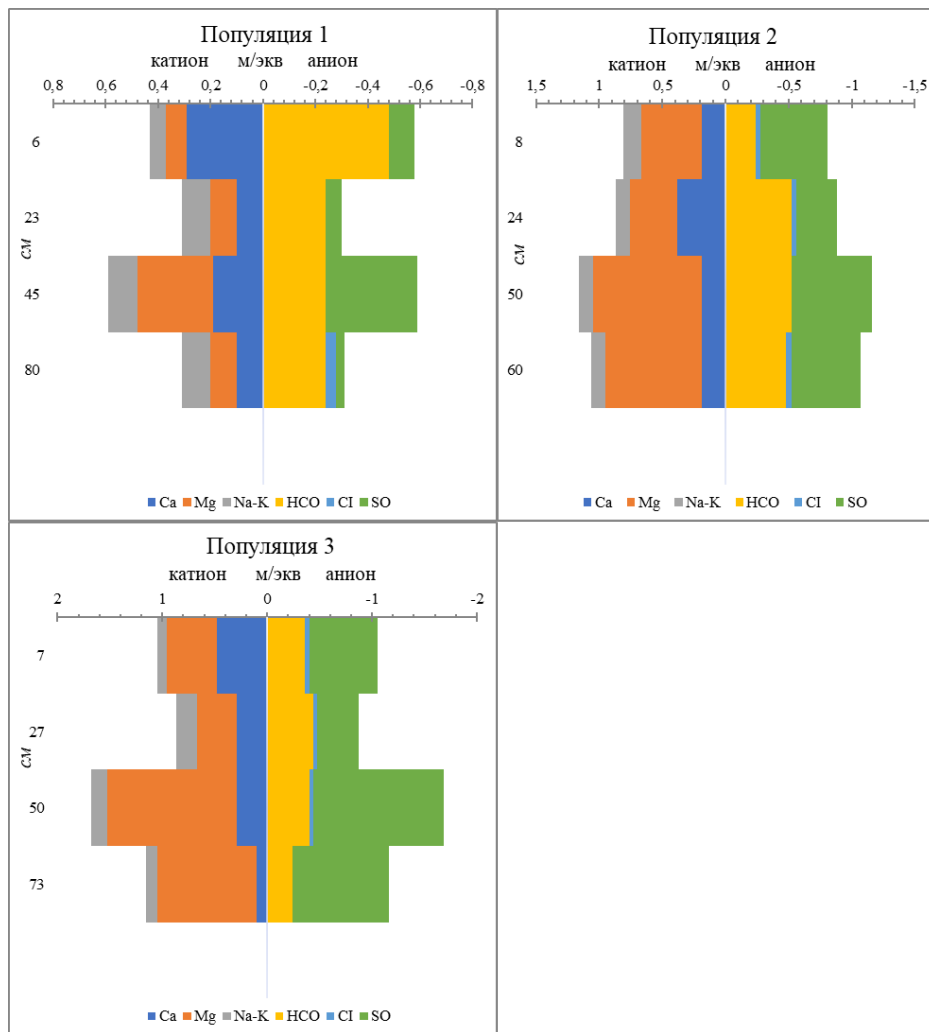
Зерттелген топырақ нысандарындағы топырақ кескінінің барлық қабаттарындағы тұздар

жиынтығының мөлшерлері көрсеткендей 3 популяцияның да топырақтары тұзданбағандығы анықталды [17].

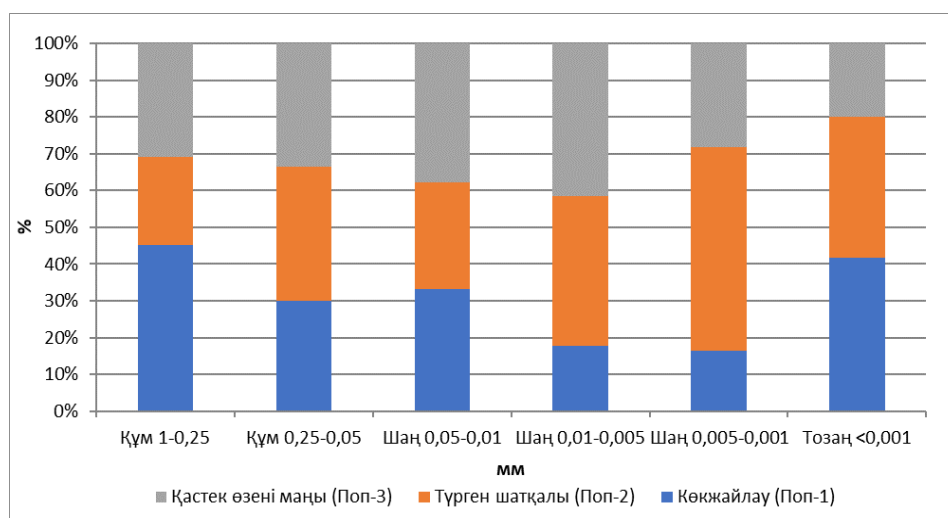
Топырақтың механикалық құрамының топырақ түзуде, топырақты ауыл шаруашылығы және басқа мақсаттарға пайдалануда маңызы зор. Топырақтың механикалық құрамы мен оның кеуектілігі, су сыйымдылығы, ылғал өткізгіштігі, ылғалды жоғары көтеру қасиеті, коректі заттарды жинау мүмкіншілігі, ауа – жылылық режимдері сияқты қасиеттері тығыз байланысты [23,24].

Бірінші (Көкжайлау шатқалы) топырақ кескінінің гранулометриялық құрамында ұсақ күм (0,25-0,05 мм) фракциясы басым болып 47,59 %-ды құрады, одан кейін ірі күм фракциясы басымдылық көрсетті (25,71%).

Топырақ кескініндегі гранулометриялық құрам фракцияларының кему қатары (%): Ірі күм 37,02 < ұсақ күм 17,59 < ұсақ шаң 12,83 < тозаң 12,41 < ірі шаң 54,38 < орташа шаң 3,15.



5-сурет – Зерттелген топырақтардағы тұздардың құрамы



6-сурет – Зерттелген нысан топырақтарының механикалық құрамдары, %

Екінші (Түрген шатқалы) топырақ кескінінің гранулометриялық құрамында ірі күм (0,25-0,05 мм) фракциясы басым болып 51,41 %-ды құрады, одан кейін ұсақ шаң фракциясы басымдылық көрсетті (25,53%).

Топырақ кескініндегі гранулометриялық құрам фракцияларының кему қатары (%): Ірі күм 51,41 < ұсақ шаң 25,53 < ұсақ күм 15,33 < орташа шаң 14,9,0 < тозаң 11,24 < ірі шаң 9,95.

Үшінші (Қастек өзені маңы) топырақ кескінінің гранулометриялық құрамында ірі күм (0,25-0,05 мм) фракциясы басым болып 61,83%-ды құрады, одан кейін ұсақ күм фракциясы басымдылық көрсетті (19,99 %).

Топырақ кескініндегі гранулометриялық құрам фракцияларының кему қатары (%): Ірі күм 61,83 < ұсақ күм 19,99 < тозаң 19,32 < ұсақ шаң 18,16 < ірі шаң 10,19 < орташа шаң 7,96. [23,24,25].

### Қорытынды

Ғылыми зерттеу барысында *Sedum hybridum* L. және *Sedum ewersii* Ledeb. популяцияларының

таралу аймағы Іле Алатау тізбегіне кіретін Көкжайлау шатқалы, Түрген шатқалы және Қастек өзені маңынан алынған топырақтардың табиғи жағдайлары сипатталды.

Көкжайлау шатқалынан таудың қара топырағы, Түрген шатқалынан таудың қара топырағы және Қастек өзені маңынан қоңыр топырақ типтері анықталды.

Көкжайлау шатқалы мен Түрген шатқалынан қоректі элементтерге бай, қарашірігі өте жоғары екендігі анықталды. Қастек өзені маңы топырақтарында қоректік элементтері мен қарашірік мөлшері алдыңғы топырақпен салыстырғанда төмен екендігі анықталды.

Барлық топырақ типтері тұзданбаған. Механикалық құрамында ірі күм мен ұсақ күм және ұсақ шаң фракциялары басым болды.

Топырақтар құрамындағы 0,01 мм фракциялар бойынша Көкжайлау шатқалы топырағы орташа күмбалшықты, Түрген шатқалы топырағы жеңіл күмбалшықты, Қастек өзені маңы топырақтары ауыр күмбалшықты болды.

### Әдебиеттер

1. Тазабеков Т.Т. Топырақтың құнарлылығы. Алматы.-1999. – 315б.
2. Клебанович Н. В., Ефимова И.А., Прокопович С. Н. Почвы и земельные ресурсы Казахстана. Учебник. Минск : БГУ, – 2016. – 40-48 с.
3. Козыбаева Ф.Е., Бейсеева Г.Б., Усен К.Е., Сапаров Г.А., Токтар М., Ажикина Н.Ж. Почвенно-экологические условия, произрастающих редких, исчезающих растений юга и юго-востока горных хребтов Илейского и Жетысуского Алатау Алматинской области. Почвоведение и агрохимия. – 2022-Т.2.-39-55.
4. Жандаев М. Ж. Природа Заилийского Алатау. – Алма-Ата: Казахстан.-1978. – 160 с.
5. Почвоведение с основами геологии. Методика изучения почв в полевых условиях. -Киев: Изд-во УСХА, 1988. – 24 с.
6. Seribekkyzy, G., Esimov, B. (2021) Lumbricidae species composition in the soils of the foothill beyond Ile Alatau region. Научный журнал «Доклады НАН РК».-Vol.3.С. 53–56.
7. Бейсенова А., Карпеков К. Физическая география Казахстана. – Алматы: «Атамұра» 2004. – 255 с.
8. Aliyeva Zh., Aktymbayeva M., Aktymbayeva A., Saidullayev S. (2020) Assessment of recreation carrying capacity of Ile-Alatau National Park in Kazakhstan. Geojournal of Tourism and Geosites. –Vol.9(2).-Pp.460-471.
9. Пятый национальный доклад Республики Казахстан о биологическом разнообразии. – 2014. – 148 с.
10. Korablev V.A. (2019) Problems of Ile Alatau mountain toponymy. Bulletin of Turan University.-Vol.27.Pp.186-190.
11. Chupakhin V.M. (1968) Physical geography of Kazakhstan. Alma-Ata: Mektep-260 p. (In Russian)
12. Воробьева Л.А. 2006. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС. 400 с.
13. Вуколов В.Н. По Северному Тянь – Шаню: Горные туристические маршруты по Заилийскому Алатау и Кунгей Алатау. Учебное пособие. – Изд 2-ое, испр. и доп. – Алматы, 2006. – 344с.
14. Mussina A., Raimbekova Zh., Shahgedanova M., Barandun M., Narbayeva K., Abdullayeva A., Nyssanbayeva A. (2023) Mountain Resilience: A Tool for Mudflow Risk Management in the Ile Alatau Mountains, Kazakhstan. Mountain Research and Development –Vol.43(1).Pp.14-19
15. Байгабулова К., Антохина Л. Топонимика Казахстана // Энциклопедический справочник. Алматы Аруна баспасы. -2010.- С.182.
16. Жакып Б.О. Природа Казахстана: Энциклопедия. Алматы. -2011. -Том 3. – 304 с.
17. Добровольский В.В. География почв с основными почвоведения. –4-е изд.-М.: Владос, 1999.
18. Arellano, G., Cala, V., Fuentes, A., Cayola, L., Jorgensen, P. M., and Macía, M. J. (2016) A standard protocol for woody plant inventories and soil characterisation using temporary 0.1-Ha plots in tropical forests. J. Trop. For. Sci. – Vol.28.Pp. 508–516.
19. Ковда В. А., Розанов Б. Г. Ч. 1. Почва и почвообразование. – М.: Высш. шк., 2008. – 400 с.
20. Почвоведение с основами геологии. Под ред. В.П.Ковриго. – М.: Колос.- 2008.- с. 78-94.
21. Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.

22. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Классификация почв по степени засоления в зависимости от химизма засоления.- 1972.С.124
23. Качинский В.А. Физика почвы. М.: Высшая школа.-1965.С.324.
24. Кауричев И.С., Панов Н.П., Розов Н.Н., Стратонович М.В., Фокин А.Д. Почвоведение. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 719 с.
25. Debris Flow Activity in Trans-Ili Alatau in the 20th- Early 21st Centuries. Akhmetkal Medeu. Geography and Natural Resources – 2019.-Vol.40(3).Pp.292-298.

#### References

1. Aliyeva Zh., Aktymbayeva M., Aktymbayeva A., Saidullayev S. Assessment of recreation carrying capacity of Ile-Alatau National Park in Kazakhstan. Geojournal of Tourism and Geosites. 2020. 29(2):460-471.
2. Arellano, G., Cala, V., Fuentes, A., Cayola, L., Jorgensen, P. M., and Macía, M. J. (2016a). A standard protocol for woody plant inventories and soil characterisation using temporary 0.1-Ha plots in tropical forests. J. Trop. For. Sci. 28, 508–516.
3. Baygabulova K., Antokhina L. Toponimika Kazakhstana [Toponymy of Kazakhstan]. Entsiklopedicheskiy spravochnik. –Almaty Aruna baspasy. 2010. 182 p. (In Kazakh)
4. Bazilevich, Pankova Klassifikatsiya pochv po stepeni zasoleniya v zavisimosti ot khimizma zasoleniya [Classification of soils according to the degree of salinity in depending on salinity chemistry], 1972. -38-40 pp. (In Russian)
5. Beysenova A., Karpekov K. Fizicheskaya geografiya Kazakhstana [Physical geography of Kazakhstan]. – Almaty: «Atamura» 2004. – 255 p. (In Russian)
6. Chupakhin V.M. Physical geography of Kazakhstan. Alma-Ata: Mektep, 1968. – 260 p. (In Russian)
7. Debris Flow Activity in Trans-Ili Alatau in the 20th — Early 21st Centuries. Akhmetkal Medeu. Geography and Natural Resources 40(3):292-298. July 2019
8. Dobrovol'skiy V.V. Geografiya pochv s osnovnymi pochvovedeniya [Geography of soils with basic soil science.]. –4-ye izd.-M.: Vlados, 1999. (In Russian)
9. Kachinskiy V.A. Fizika pochvy [Physics of soil]. M.: Vysshaya shkola, 1965. – 324 p. (In Russian)
10. Kaurichev I.S., Panov N.P., Rozov N.N., Stratonovich M.V., Fokin A.D. Pochvovedeniye [Soil science]. – M.: Agropromizdat, 1989. – 719 p. (In Russian)
11. Klebanovich N. V., Yefimova I.A., Prokopovich S. N. Pochvy i zemel'nyye resursy Kazakhstana [Soils and land resources of Kazakhstan]. Uchebnyk. Minsk : BGU, – 2016. – 46 p. (In Russian)
12. Korablev V.A. Problems of Ile Alatau mountain toponymy. Bulletin of Turan University. 2019; (2): 186-190.
13. Kovda V. A., Rozanov B. G. CH. 1. Pochva i pochvoobrazovaniye [Soil and soil formation.]. – M.: Vyssh. shk., 2008. — 400 p. (In Russian)
14. Kozybayeva F.Ye., Beyseyeva G.B., Usen K.Ye., Saparov G.A., Toktar M., Azhikina N.Zh. Pochvenno-ekologicheskkiye usloviya, proizrastayushchikh redkikh, ischezayushchikh rasteniy yuga i yugo-vostoka gornyykh khrebtov Ileyskogo i Zhetysuskogo Alatau Almatinskoy oblasti [Soil and ecological conditions of rare and endangered plants growing in the south and south-east of the Ileysky and Zhetysu Alatau mountain ranges of the Almaty region]. Pochvovedeniye i agrokimiya. 2022;(2):39-55. (In Russian)
15. Mussina A., Raimbekova Zh., Shahgedanova M., Barandun M., Narbayeva K., Abdullayeva A., Nyssanbayeva A. Mountain Resilience: A Tool for Mudflow Risk Management in the Ile Alatau Mountains, Kazakhstan. Mountain Research and Development, 43(1):D1-D10. 2023.
16. Orlov D.S. Khimiya pochv [Soil chemistry]. – M. : Izd-vo MGU, 1992. – 400 p. (In Russian)
17. Pochvovedeniye s osnovami geologii [Soil science with basics of geology]. Pod red. V.P.Kovrigo. – M.: Kolos, 2008, — s. 78-94. (In Russian)
18. Pochvovedeniye s osnovami geologii. Metodika izucheniya pochv v polevykh usloviyakh [Soil science with basic geology. Methodology for studying soils in field conditions]. – Kiyev: Izdatel'stvo USKHA, 1988. – 24 p. (In Russian)
19. Pyatyy natsional'nyy doklad Respubliki Kazakhstan o biologicheskom raznoobrazii [The fifth national report of the Republic of Kazakhstan on biological diversity]. – 2014. – 148 p. (In Russian)
20. Seribekkyzy, G., Esimov, B. Lumbricidae species composition in the soils of the foothill beyond Ile Alatau region. Nauchnyy zhurnal «Doklady NAN RK», 2021. (3), 53–56.
21. Tazabekov T.T. Topiraqtıń qunarlılıǵı [Soil fertility]. – Almaty, 1999. – 280-301 pp. (In Kazakh)
22. Vorob'yeva L.A. Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv [Theory and practice of chemical analysis of soils]. M.: GEOS. 2006. – 400 p. (In Russian)
23. Vukolov V.N. Po Severnomu Tyan' – Shanyu: Gornyye turisticheskiye marshruty po Zailiyskomu Alatau i Kungey Alatau [Along the Northern Tien Shan: Mountain tourist routes along the Trans-Ili Alatau and Kungei Alatau]. Uchebnoye posobiye. – Izd 2-oye, ispr. i dop. – Almaty, 2006. – 344 p. (In Russian)
24. Zhakyp B.O. Priroda Kazakhstana: Entsiklopediya [Nature of Kazakhstan]. Almaty. 2011. Vol 3. – 304 p. (In Russian)
25. Zhandayev M. ZH. Priroda Zailiyskogo Alatau [Nature of the Trans-Ili Alatau]. – Alma-Ata: Kazakhstan, 1978. – 160 p. (In Russian)

**Авторлар туралы мәлімет:**

Кобылина Татьяна Николаевна (жауапты автор) – биоәртүрлілік және биоресурстар кафедрасының әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің PhD докторанты, Генетика және физиология институтының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: kobyulina.tatyana.n@mail.ru)

Тыныбеков Бекзат Мақұлбайұлы – биоәртүрлілік және биоресурстар кафедрасының б.ғ.к, профессоры әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: Bekzat.Tynybekov@kaznu.edu.kz)

Нурмаханова Ақмарал Садықовна – биоәртүрлілік және биоресурстар кафедрасының м.а. профессоры әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: akmaral.nurmahanova@gmail.com)

Сатыбалдиева Гүлмира Қалмаиқызы – Агрономия факультетінің м.а. деканы С.Сейфуллин атындағы Қазақ агробиотехникалық зерттеу университеті, б.ғ.к., ассоц.профессор (Астана, Қазақстан, эл. пошта: g.satibaldieva@kazatu.edu.kz)

Садырова Гүлбану Әуесханқызы – биология ғылымдарының докторы, профессор, ЮНЕСКО-ның тұрақты даму кафедрасы, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және қоршаған ортаны басқару факультеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: gulbanu-s@mail.ru)

Кырбасова Эльзира Артыкбаевна – Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті жаратылыстану институты биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., PhD (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: e.kyrbasova@gmail.com)

Иманова Эльмира Мырзабекевна – Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Жаратылыстану институты, Биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., а/и.ғ.к. (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: imanovaelmira74@gmail.com)

Парманбекова Меруерт Хамитбекқызы – Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Жаратылыстану институты, Биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., б.ғ.к. (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: tparmanbekova@gmail.com)

Чилдибаева Асел Жумагуловна – биоәртүрлілік және биоресурстар кафедрасының оқытушысы әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, PhD (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: a.zh.childebaeva@gmail.com)

Құлымбет Канат Қайратұлы – Агрохимия бөлімі кіші ғылыми қызметкері У.У.Успанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, PhD докторанты (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: qulymbet.qanat@gmail.com)

**Information about authors:**

Kobylyina Tatyana Nikolaevna (corresponding author) – PhD student at the Department of Biodiversity and Bioresources, al-Farabi Kazakh National University, Researcher at the Institute of Genetics and Physiology (Almaty, Kazakhstan, email: kobylyina.tatyana.n@mail.ru)

Tynybekov Bekzat Makulbaevich – PhD, Professor at the Department of Biodiversity and Bioresources, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: Bekzat.Tynybekov@kaznu.edu.kz)

Nurmahanova Akmaral Sadykovna – PhD student at the Department of Biodiversity and Bioresources, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: akmaral.nurmahanova@gmail.com)

Satybaldieva Gulnara Kalmashevna – PhD, Associate Professor, Acting Dean at the of Kazakh Agrocultural Research University Acting Dean of the Faculty of AgronomyKazakh National University (Astana, Kazakhstan, email: mankibaevasandugash@gmail.com)

Sadyrova Gulbanu Aueskhanovna – Doctor of Biology, Professor; UNESCO Department for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: gulbanu-s@mail.ru)

Kyrbasova Elzira Artykbayevna – PhD, Acting Associate Professor of the Department of Biology of the Institute of Natural Sciences of the Kazakh National Women's Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, email: e.kyrbasova@gmail.com)







Imanova Elmira Myrzabekovna – Candidate of Agricultural Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Biology of the Institute of Natural Sciences of the Kazakh National Women's Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, email: imanovaelmira74@gmail.com)

Parmanbekova Meruyert Khamitbekovna – Candidate of Biological Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Biology of the Institute of Natural Sciences of the Kazakh National Women's Teacher Training University (Almaty, Kazakhstan, email: tparmanbekova@gmail.com)

Childebaeva Asel Zhumagulovna – PhD, Senior Lecturer at the Department of Biodiversity and Bioresources, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: a.zh.childebaeva@gmail.com)

Kulymbet Kanat Kairatuly – Junior Researcher at the Department of Agrochemistry, U.U.Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, PhD student (Almaty, Kazakhstan, email: qulymbet.qanat@gmail.com)

Келіп түсті: ақпан 21, 2024 жыл  
Қабылданды: маусым 18, 2024 жыл

S.A. Kubentayev<sup>1,2,3</sup> , A. Sarkytbayeva<sup>2</sup> , A.B. Myrzagaliyeva<sup>3</sup> ,  
S.K. Mukhtubayeva<sup>1,3</sup> , K.S. Izbastina<sup>1,4\*</sup> , B.B. Kubentayeva<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>«Astana Botanical Garden» branch of the Republican State Enterprise on the right of economic management «Institute of Botany and Phytointroduction» of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>Astana International University, Astana, Kazakhstan

<sup>4</sup>S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

\*e-mail: izbastina.k@gmail.com

## DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL FEATURES OF *PAEONIA ANOMALA* (PAEONIACEAE) ONTOGENESIS IN KAZAKHSTAN

The article presents data on the distribution and biological features of the ontogenetic states of *Paeonia anomala* L. on the territory of Kazakhstan. The distribution of the species was established according to field research, observations, literature and materials of herbarium collections: MW, NUR and AA. The age of the plants was determined by the annual layers on the rhizomes of *P. anomala*. According to the data obtained, the main distribution area of *P. anomala* in Kazakhstan is located within the East Kazakhstan region, in the Katon-Karagai, Kurchum, Shemonaikha, Ulan and Zyryanovsky administrative districts. It is much less common in the Zhambyl and Almaty regions, the south-western border of the general distribution area of the species passes in these regions. Our studies have not confirmed the growth of *P. anomala* on the territory of the Kokchetav upland of the Kazakh small-grassland. The results of the research made it possible to establish in the ontogenesis of *P. anomala* L. 9 age-related conditions: latent state, seedlings, juvenile, immature, virginal, young generative, mature generative, old generative and senile. Life span of *P. anomala* in East Kazakhstan is 55–70 years old, sometimes more. In populations confined to the Subalpine belt and sparse forest cenoses, age spectra with an absolute maximum of the age cycle are characteristic.

**Key words:** *Paeonia anomala*, population, ontogenetic structure, age composition.

S.A. Кубентаев<sup>1,2,3</sup>, А.К. Саркытбаева<sup>2</sup>, А.Б. Мырзагалиева<sup>3</sup>,  
С.К. Мұхтубаева<sup>1,3</sup>, К.С. Избастина<sup>1,4\*</sup>, Б.Б. Кубентаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қазақстан Республикасы экология және табиғи ресурстар министрлігі орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника және фитоинтродукция институты ШЖҚ РМК филиалы «Астана ботаникалық бағы», Астана қ., Қазақстан

<sup>2</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Астана Халықаралық университеті, Астана қ., Қазақстан

<sup>4</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан

\*e-mail: izbastina.k@gmail.com

### Қазақстандағы *Paeonia anomala* (Paeoniaceae) онтогенезінің таралуы және биологиялық ерекшеліктері

Мақалада Қазақстан аумағында *Paeonia anomala* L. өсімдігінің таралуы, онтогенетикалық жағдайлары мен биологиялық ерекшеліктері туралы деректер келтірілген. Түрдің таралу аймағы далалық зерттеулер, бақылаулар, әдебиеттер мен MW, NUR, AA гербарий коллекцияларының материалдары негізінде белгіленді. Өсімдіктердің жасы *P. anomala* тамырсабақтарындағы біржылдық қабаттармен анықталды. Алынған мәліметтерге сәйкес, Қазақстандағы *P. anomala* өсімдігінің негізгі таралуы аймағы Шығыс Қазақстан облысы, Катонқарағай, Күршім, Шемонаиха, Ұлан және Зырян әкімшілік аудандарында орналасқан. Түр Жамбыл және Алматы облыстарында әлдеқайда сирек кездеседі, бұл аймақтарда түрдің жалпы таралу аймағының оңтүстік-батыс шекарасы өтеді. Біздің зерттеулеріміз Қазақтың ұсақ шоқыларының Көкшетау тауының аумағында *P. Anomala* өскетіндігін растамады. Зерттеу нәтижелері *P. anomala* L. онтогенезінде 9: латенттік (жасырын), өскін, ювенильдік, имматурлық, виргинильдік, жас генеративтік, жетілген генеративтік, қартайған генеративтік, сенильдік тіршілік күйлерін анықтауға мүмкіндік берді.

Шығыс Қазақстандағы *P. anomala* өсімдігінің тіршілік ету ұзақтығы 55-70 жыл, кейде одан да көп. Субальпілік белдеумен және сирек орман ценоздарымен шектелген популяциялар жас циклінің абсолютті максимумымен жас спектрлерімен сипатталады.

**Түйін сөздер:** *Paeonia anomala*, популяция, онтогенетикалық құрылымы, жастық құрамы.

С.А. Кубентаев<sup>1,2,3</sup>, А.К.Саркытбаева<sup>2</sup>, А.Б. Мырзағалиева<sup>3</sup>,  
С.К. Мухтубаева<sup>1,3</sup>, К.С. Избастина<sup>1,4\*</sup>, Б.Б.Кубентаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> «Астанинский ботанический сад» – филиал РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции»  
Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии и природных ресурсов  
Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан

<sup>2</sup> Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Международный университет «Астана», г. Астана, Казахстан

<sup>4</sup>Казахский Агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан  
\*e-mail: izbastina.k@gmail.com

### Распространение и биологические особенности онтогенеза *Paeonia Anomala* (Paeoniaceae) в Казахстане

В статье приводятся данные по распространению и биологическим особенностям онтогенетических состояний *Paeonia anomala* L. на территории Казахстана. Распространение вида установлено по данным полевых исследований, наблюдений, литературы и материалам гербарных коллекций: MW, NUR и AA. Возраст растений определяли по годичным слоям на корневищах *P. anomala*. Согласно полученным данным, основной ареал распространения *P. anomala* в Казахстане находится в пределах Восточно-Казахстанской области, в Катон-Карагайском, Курчумской, Шемонаихинском, Уланском и Зырянском административных районах. Значительно реже вид встречается в Жамбылской и Алматинской областях, в этих регионах проходит юго-западная граница общего ареала распространения вида. Наши исследования не подтвердили произрастание *P. anomala* на территории Кокчетавской возвышенности Казахского мелкосопочника. Результаты исследований позволили установить в онтогенезе *P. anomala* L. 9 возрастных состояний: латентное состояние, проростки, ювенильные, имматурные, виргинильные, молодые генеративные, зрелые генеративные, старые генеративные и сенильные. Продолжительность жизни *P. anomala* в Восточном Казахстане составляет 55–70 лет, иногда и более. В популяциях, приуроченных к субальпийскому поясу и по разреженным лесным ценозам характерны возрастные спектры с абсолютным максимумом возрастного цикла.

**Ключевые слова:** *Paeonia anomala*, популяция, онтогенетическая структура, возрастной состав.

### Introduction

*Paeonia anomala* L. is a mesophyte, widespread in the northern hemisphere, from the European part of Russia to Mongolia and China. It's one of the most valuable medicinal and ornamental plants of the flora of Kazakhstan. Its roots and grass are used for the manufacture of many phytopreparations with sedative, analgesic, tonic, antitumor, antiviral, immunomodulatory, antioxidant effects [1-3]. The species is included in the Red Book of Kazakhstan (2014) (IV category of protection) [4]. The main limiting factors of the rarity of the species in Kazakhstan are the collection of flowers for bouquets, logging, grazing and harvesting of peony roots as medicinal raw materials. In order to preserve the species, it is necessary to develop effective methods of vegetative and seed propagation and plantation cultivation of the species in culture, and to strengthen protection measures in places where peony grows. Prohibit the harvesting of peony rhizomes and flowers [5-6].

*Paeonia anomala* is a herbaceous perennial 40-80 cm high, roots spindle thickened from the stem itself. The stems are bare, with scaled lower and twice palmed upper leaves, with shares deeply triple or peristo-dissected into lancetic elongated lobes of the second order. The flowers are purple, 8-15 cm in diameter, the petals are silky, the seeds are black. In Kazakhstan, it is found in the following floristic areas: 4. Se-myp. Bor., 5. Kokchet., 6. Kassp. (Zavol-region), 12. Zais., 22. Altay, 23. Tarb., 24. Jung. Alat., 25. Zail. Alat., 25a. Ketm.Ters. Alat. 27. Kirg. Alat., 29. Zap. TS [7]. The species grows in dark-coniferous, mixed forests, on the steep forest and shrub slopes of the northern exposition, overgrown kurumas, bottoms of interorne lairs, river valleys, on high-grass meadows and forest lowlands. The species blooms in May-June, bears fruit in July-August [8].

*Paeonia anomala* is known throughout the world as one of the most valuable plants due to its ornamental and medicinal properties. The roots of *Paeonia anomala* contain various beneficial

chemical compounds, including: paeoniforin [9], glycoiridoid (paeoniflorin, albiflorin, etc.), glucosides [10-11], ellagic acid, phenols, tannins, flavonoids, saponins [12], peonovycinoside (methyl salicylate 6'- $\alpha$ -L-arabino-pyranosyl- $\beta$ -D-glucopyranoside),  $\beta$ -sitosterol, gallic acid, methyl ester [13]. Peony roots are used to treat many therapeutic conditions, including: kidney disease, bleeding disorders, indigestion, nocturnal enuresis, bleeding, exhaustion and respiratory diseases [14], gynecological diseases, and bladder inflammation [15-16]. Has antitumor, antiviral, cardiovascular, immunomodulatory [10, 17-19], antioxidant [20-21] action.

There are quite a lot of publications in the literature on the study of the phytochemical composition, medicinal properties of *Paeonia anomala*. However, the biological features of the species and its distribution in Kazakhstan remain insufficiently studied. Therefore, the purpose of this work is to study the biological features of the ontogenetic states and the spread of the dodging peony in Kazakhstan.

This research is a continuation and addition to the study of *Paeonia anomala* in Kazakhstan, which began in 2019 [6]. Previously, a comprehensive analysis of the current state of *Paeonia anomala* populations in Eastern Kazakhstan and an assessment of its genetic biodiversity, as well as floristic, anatomical-morphological and ecological-phylogenetic characteristics of habitats were carried out.

### Materials and methods

Research was carried out from 2019 to 2023 in the East Kazakhstan region, on the Ivanov Ridge, in the valley of the Bolshaya Poperechka River, in the Seriy Lug tract. Populations of *Paeonia anomala* in the Seriy Lug tract are less susceptible to anthropogenic impact and are represented by all age conditions. This was the reason for choosing this site to study the ontogeny of *Paeonia anomala*. The ontogenetic state characterizes the biology of the development of a species in different age states, ranging from seedlings to the senile state.

The distribution of *Paeonia anomala* on the territory of Kazakhstan was determined on the basis of field studies, literature and materials from herbarium collections of Moscow State University (MW), Astana Botanical Garden (NUR), Institute of Botany and Phytointroduction (AA). In addition, the observation data on the sites was taken into account (<https://www.inaturalist.org/>, [\[plantarium.ru/\]\(https://www.plantarium.ru/\)\). The distribution map of \*P. anomala\* in Kazakhstan was made in ArcMap \[22\].](https://www.</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

Studies of the age-related conditions of *P. anomala* were carried out according to the methodology proposed by Rabotnov (1964) and Smirnova (1976) [23-24]. The following classification of age groups was used in the description: seedlings (p), juvenile (j), immature (im), virginal (v), young generative ( $g_1$ ), mature generative ( $g_2$ ), old generative ( $g_3$ ), aging individuals (ai).

The age of individuals was determined by annual layers on the rhizomes of *P. anomala*. In any community, as a rule, all species are represented by numerous individuals of different ages, from seedlings to old plants. The accuracy of age determination increases with an increase in the number of studied individuals. We have determined the age of 80 individuals from different populations.

### Results and discussion

According to the results of the conducted studies, it was found that the main distribution area of *Paeonia anomala* in Kazakhstan is located within the East Kazakhstan region, in the Katon-Karagai, Kurchum, Ulan and Zyryanovsky administrative districts (Figure 1). The species is much less common in the Zhambyl and Almaty regions, in these regions the south-western border of the general distribution area of the species passes. In the old literary sources Gorchakovskiy (1987) [25] there is an indication *P. anomala* is located on the Kokchetav upland of the Kazakh melkosopchnik, however, more modern reports (Kupriyanov, 2020) [26] do not confirm this location. Our special expeditions also did not confirm the location of *P. anomala* in the Kazakh upland. The places of growth of this species on the territory of Kazakhstan in the following floristic areas have been identified: 22. Altai, 23a. Saur, 24. Jung. Alat., 27. Kirg. Alat.

The main data on the study of the distribution of the species were herbarium materials (39 locations) and observations (9 locations), a small number of locations were identified from literary sources (2 locations), which indicates a weak study of the distribution of the species in Kazakhstan.

**ALTAI. East Kazakhstan Region: Sarymsakty ridge:** Katon-Karagay district, lower north slope of Sarimsakty Range between Chingistai and Enbek (Km 85/29) montane meadows with scattered *Larix sibirica*, H=1100-1000 m. (49°09'09"N, 085°59'07"E), 02 AUG 1995, Solomon (MO20323); Katon-Karagai district, mixed grass meadow steppe, northern slopes of



Sarymsak Mountain, 26 JUN 1936, Elenevsky s.n. (MW0063897); near Katon-Karagai, northern slope, shrubby thickets, 1400 m above sea level, 17 JUN 1936, Elenevsky s.n. (MW0063898); at the foot of the Katon-Karagai Mountains, north slope 1.5 km from Katon-Karagai to the south, 26 JUN 1936, Skobelev s.n. (MW0063899); Katon-Karagai district, 1.5 km from the village of Altaisky, thickets of shrubs on the slope of the north-eastern exposure, 1100 m above sea level, 5 AUG 1932, Voronov s.n. (MW0063902); south-eastern slope, valley of the Tekeli river, forest 1600 m above sea level, 2 AUG 1985, Bialieva s.n. (AA); **Narymsky ridge**: vicinity of the village of Cherdoyak, aspen-birch forests, flood meadows, 14 JUN 1986, Bidullaeva s.n. (AA); Terekty gorge, north-eastern rocky slope. 1250 – 1750 m above sea level, 4 AUG 1987, Bidullaeva s.n. (AA); Orta - Terekty gorge, on the floodplain of the river Orta-Terekty, 5 AUG 1987, Bidullaeva s.n. (AA); **Southern Altai ridge**: Chindagatui: the upper reaches of the 1st camp, south-west. slope in the coniferous forest, 1820 m., 28 JUL 1986, Ivashenko s.n. (AA); **Tarbagatai ridge**: vicinity of the Archaty outpost, left bank of the Bukhtarma river, birch-coniferous forest, 1250 m above sea level, 23 JUL 1987, Ivashenko s.n. (AA); southern slope of the mountain, Kara-Kaba depression, 1000 – 2100 m above sea level, 2 JUL 1987, Ivashenko s.n. (AA); **Kalbinsky ridge**: Sibinsky lakes, closer to Sadyrkol Lake, (49°27'14.9"N 82°34'50.6"E), 10 MAY 2021, O. Blazhko <https://www.inaturalist.org/photos/127988857>; vicinity of the village of Kasym Kaysenova (Molodezhnoe) (49°51'28"N, 82°34'30"E), 1 MAY 2021, Serfus <https://www.inaturalist.org/photos/124654983>; Sibinsky Lakes, 29 JUN 1975, Klyuykov (MW0063901); eastern part of the Kalbinsky ridge, 10 km southeast of Asubulak village (49°31'38"N, 83°05'16"E) V.D., 1196 m above sea level (Kubentaev et al., 2019); **Southern Altai ridge**: 3 km east of the Pronikha river, steppe 1300-1400 m. above sea level, 27 JUL 1987, Ivatshenko s.n. (AA); **Kurchumsky ridge**: Markakol, left bank of the river Tikhushki, lower course, meadows in the forest belt 1800-1700 m above sea level (48°47'31"N, 85°59'57"E), 7 JUL 1987, Ivashenko s.n. (AA); **Azatau ridge**: mountain slopes along the road NE of Alexejevka (48°29'05" N, E85°52'33"E), 13 JUN 1993, Karis (S08-13633); territory of the Markakolsky Reserve, forest edge (48°47'00"N, 86°01'40.0"E), 3 AUG 2008 (Glazunova, 2008); **Ivanovsky ridge**: Glubokovsky district, the vicinity of the village of Tarkhanka, southern slope of the hill (50°06'35.3"N 82°58'00.1"E), 25 APR 2017 (Rib, 2007a); Ridder

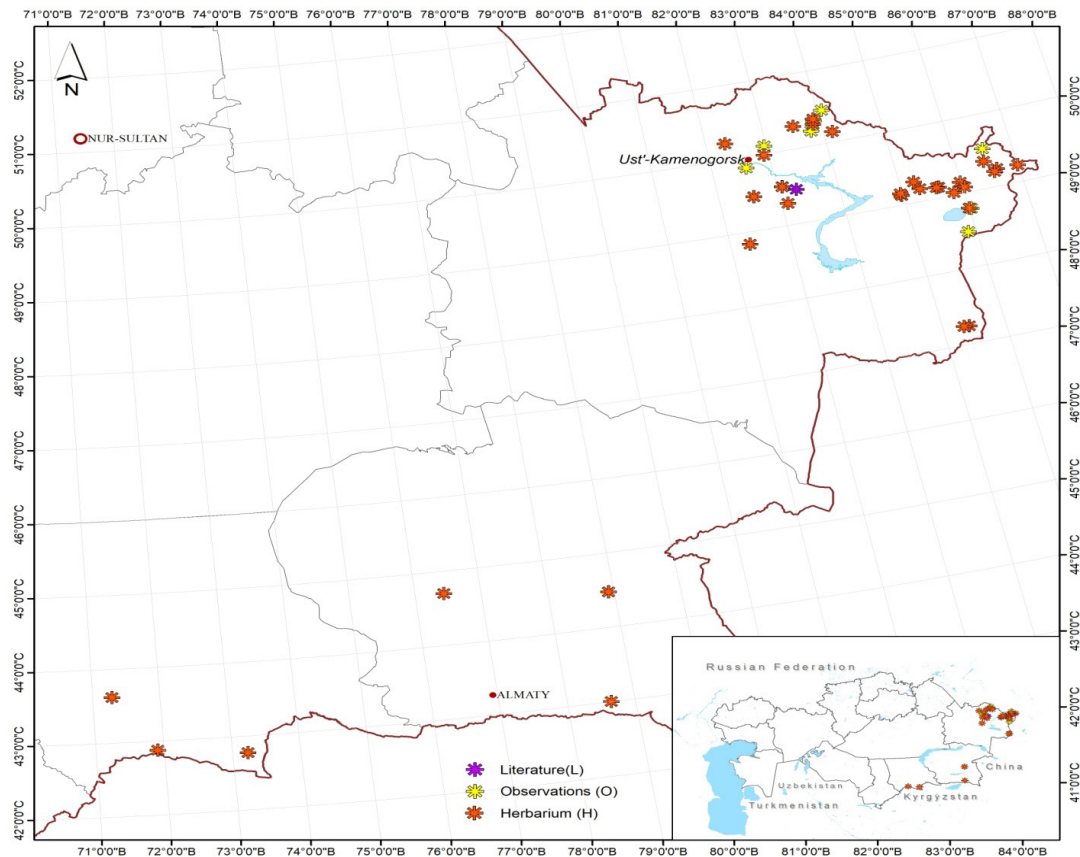
city, the vicinity of the Maloulba reservoir, edge of fir forest 50°11'56.0"N 83°48'36.6"E 30 JUL 2008 (Rib, 2017b); Ivanovsky belok (50°19'36.9"N 83°53'38.2"E), 18 JUL 2020, O. Blazhko <https://www.inaturalist.org/photos/86541775>; Riddersky district, ridge to the west of Krestovaya, 1 JUL 1937, Kuznetsov s.n. (AA); northwest of Ridder, on the mountain slope opposite the Kalmyk Key, among the tall grass, 26 JUL 1947, Poljakov s.n. (AA); Ridder district, Ivanovsky belok to the west of Krestovaya Mountain, 1 JUL 1937, Kubanskaya s.n. (AA); Ridder, log. of the Khorizovka River 26 JUN 1936 Kubanskaja s.n. (AA); **Ulbinsky ridge**: near the village of Gorno - Ulbinki, in fir forests, 23 JUL 1960 Roldugin s.n. (AA); **Lininsky ridge**: West Altai Reserve; the vicinity of the Lininsky pass, 1600 m above sea level, mixed forest 30 JUN 2019 (Kolbintzev, 2019a); **Listvyaga ridge**: Rakhmanov spring, the right bank of Lake Rakhmanovskoye, 1760 m above sea level, edge of the dark coniferous forest 24 JUN 2019 (Kolbintzev, 2019b); **Saur ridge**: Kendyrlyk river, upper. Maychat river 20 JUL 1967 Stepanova s.n. (AA); Akzhal Mountain, Ak-Kalke river gorge, 19 JUN 1967, Stepanova s.n. (AA); DZUNGARIAN ALATAU: Almaty region: **Dzungarian Alatau ridge**: valley of the Karagaily river, along meadow slopes, 18 MAY 1959 Goloskokov s.n. (AA); Sarkandsky district, 112 km from the village of Shilinash in the station Zhasyl-kol, 07 JUL 1991, Bajmuhamedova s.n. (AA); ZAILIYSKY ALATAU: north-eastern slopes of the foothills. 1975 Filatov s.n. (AA); KYRGYZ RANGE: Dzhambul region: hr. Kyrgyz: Karaarcha Gorge, the middle part of the gorge of the northern slope, 29 MAY 1984, Nelina s.n. (AA); northern gorges of the Kainda site, damp slopes, among birches, 31 MAY 1961, Gamajuniva s.n. (AA); Central Asia: mountains near Merke (42°46'34"N 73°13'40"E), 23 APR 1895, Chaffanjon (MNHN P00200491).

The ontogenetic states of *P. anomala* were studied on the Ivanov Ridge, in the valley of the Bolshaya Poperechka River, in the Seriy Lug tract. The species in the surveyed territory reproduces mainly by seed, but in some places vegetative reproduction is noted due to the division of rhizomes.

The results of the research allowed us to establish 9 age-related states in the ontogenesis of *P. anomala* (latent state, seedlings, juvenile, immature, virginal, young generative, mature generative, old generative and senile) (Fig. 1). The life expectancy of *P. anomala* is 55-70 years, sometimes more. The duration of the life cycle depends on the ecology of the habitat. In populations confined

to the Subalpine belt and sparse forest cenoses, age spectra with an absolute maximum of the age cycle are characteristic. Populations in thickened forest and shrubby habitats on the southern slopes

are in unfavorable environmental conditions for the species and are characterized by a minimum age cycle. Below is a description of all age-related conditions of *P. anomala*.



**Figure 1** – Scheme map of the distribution of the *P. anomala* in East Kazakhstan (Scheme map was obtained by ArcGIS)

1. *Latent state* (primary dormancy period) This period is represented by dormant seeds. Freshly harvested seeds are characterized by deep physiological rest. The seeds are large, rounded, and have a relatively large embryo. The shape of the seeds is ovoid, sometimes barrel-shaped, with dents in the lateral part. The surface of the seeds is bare, smooth. The color of the seeds is burgundy-black. Seed length:  $7.06 \pm 0.17$  mm, width:  $5.58 \pm 0.36$  mm, thickness:  $3.99 \pm 0.19$  mm. The weight of 1000 pieces of seeds is  $83.9 \pm 1.36$  g. Their germination requires variable temperature and prolonged stratification. Freshly harvested seeds germinate during the year by 75%. Seeds after a year of storage germinate in two years by 50%.

2. *Sprouts*. Seed germination is underground, usually at the end of May – at the beginning of

June. Cotyledons are crumpled, enclosed in a peel, pale green or with a faint pinkish tinge, elliptical in shape. Cotyledon plate length:  $7.56 \pm 0.09$  mm, width:  $6.25 \pm 0.04$  mm. The hypocotyl is short  $5.28 \pm 0.12$  mm, the main root has a length of  $2.85 \pm 0.02$  cm, with two or three lateral branches. The condition of the seedling lasts for two to three months.

3. *Juvenile* (Fig. 2 (j)). In July-August of the first growing season, individuals enter the juvenile phase. In this state, they exist for two or three growing seasons. This condition is characterized by one shortened shoot with 3-4 scaly leaves at the base and one triple leaf on a petiole about  $6.25 \pm 0.04$  cm long. The leaves have whole or incised lobes at the top. The length of the leaf blade:  $5.35 \pm 0.06$  cm, width:  $8.59 \pm 0.12$  cm. Their underground part is characterized by the presence of a significantly

thickened main root ( $0.4 \pm 0.06$  cm) with a length of  $14.5 \pm 0.21$  cm.

4. *Immature*. (Fig. 2 (im)). Individuals enter the immature state from the age of two to 3 years. They are characterized by a single shoot  $9.6 \pm 0.14$  cm long, with 2-3 dissected leaves. The size of the leaf blade in diameter is  $12.9 \pm 0.24$  cm. In the underground parts of these plants there is a sympodially growing rhizome and the main root is preserved, which deepens into the ground up to  $22.6 \pm 1.95$  cm. The rhizome has 1-2 rarely 3 branches.

5. *Virginal* (Fig. 2 (v)). The species enters the virginal state in nature at the age of 3-4 years and is in this state up to 8-10 years. Individuals are characterized by the presence of one or two leafy shoots  $44.65 \pm 3.95$  cm long with three or four double-triple assimilating leaves. The length of the leaf blade segment is  $16.32 \pm 1.87$  cm, width –  $19.8 \pm 1.36$  cm, petiole length –  $7.1 \pm 0.06$  cm. There are 4-6 scaly leaves at the base of the renewal shoot. The underground organ is represented by a short, slightly branched, thickened ( $1.32 \pm 0.06$  cm) rhizome with small fusiform adventitious roots.

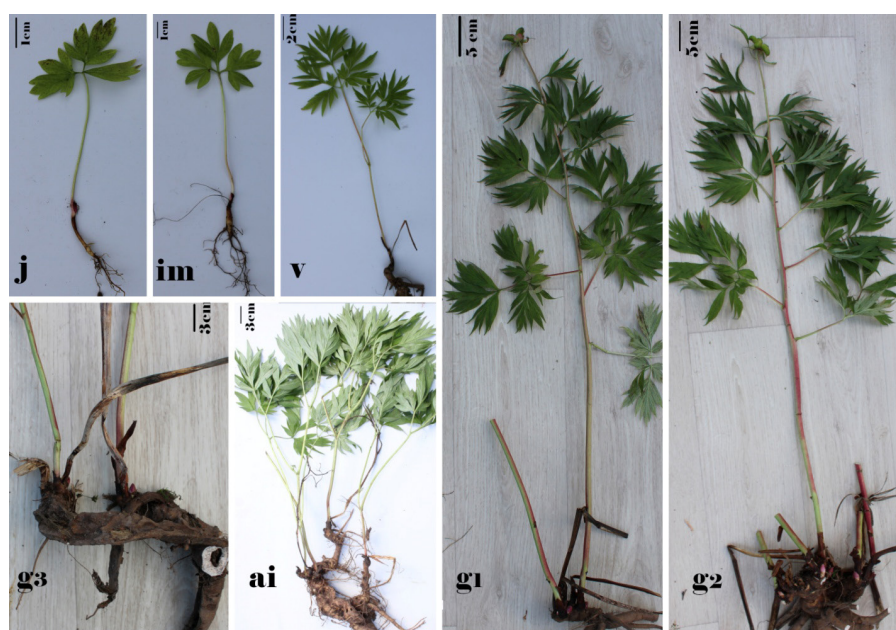
6. *Young generative* (Fig. 2(g1)). In this state, plants have a short rhizome, on which 1-2 sometimes up to three shoots with a terminal flower and one or two vegetative shoots are formed. The plant enters the young generative state at the age of 8-10 years and remains in this state until 20-22 years. The generative shoot is elongated, leafy has  $6.25 \pm$

$1.21$  pcs of assimilating leaves. The main root is preserved, but it gradually merges with numerous subordinate roots. The roots thicken strongly, acquiring a fusiform shape.

7. *Middle-aged generative* (Fig. 2 (g2)). In this state, plants from 20-22 to 40 years old are marked. These are large tall ( $117.6 \pm 2.94$  cm) plants forming a loose bush consisting of 3-5 generative and 1-2 vegetative shoots. Leaves on long petioles, triple-dissected with lanceolate segments  $24.4 \pm 0.63$  cm long,  $31.9 \pm 0.58$  cm wide. The flowers are large  $11.3 \pm 1.94$  cm in diameter, single, pink-red. The color varies greatly from intense tones to pure white. The rhizome is large, repeatedly branched, with a large number of renewal buds.

8. *The old generative ones* (Fig. 2 (g3)). In old generative individuals, the rhizome is largely destroyed, the number of generative shoots decreases. Individuals in this condition have been recorded at the age of 40-55 years. The main root is missing. Appendage fusiform-thickened roots are well developed.

9. *Senile individuals* (Fig. 2 (ai)). Senile individuals were recorded at the age of 55-70 years. They are isolated articles with a small number of renewal buds, do not have generative shoots. Vegetative shoots are poorly developed, stunted, among several or numerous. The underground part is severely destroyed, the number of renewal buds is noticeably reduced.



**Figure 2** – Ontogenetic state *P. anomala*: j – juvenile; im – immature, v – virginile, g1 – young generative, g<sub>2</sub> – mature generative; g<sub>3</sub> – old generative; ai – ageing individuals (photo by S. Kubentayev).

## Conclusion

It has been established that the main distribution area of *Paeonia anomala* in Kazakhstan is located within the East Kazakhstan region, in the Katon-Karagai, Kurchum, Ulan and Zyryanovsky administrative districts. The species is much less common in the Zhambyl and Almaty regions, in these regions the south-western border of the general distribution area of the species passes. Our studies have not confirmed the growth of *P. anomala* on the territory of the Kokchetav upland of the Kazakh small-grassland. The results of the research made it possible to establish in the ontogenesis of *P. anomala* L. 9 age-related conditions: latent state, seedlings, juvenile, immature, virginal, young generative, mature generative, old generative and senile. The life expectancy of *P. anomala* in Eastern Kazakhstan is 55-70 years, sometimes more, depends on the habitat ecology. In populations confined to the Subalpine belt and sparse forest cenoses, age

spectra with an absolute maximum of the age cycle are characteristic. Populations in thickened forest and shrubby habitats on the southern slopes are in unfavorable environmental conditions for the species and are characterized by a minimum age cycle.

It is necessary to continue further research to identify new locations of the species, control and monitor the state of populations, as well as to study the number of species in order to develop and improve measures aimed at ensuring the safety and reproduction of the dodging peony.

## Acknowledgments

The authors express their gratitude to Kotukhov Yu. and for valuable advice and help in writing this article. This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant no. AP19680461).

## References

1. Grudzinskaya L.M., Gemedzhieva N.G., Nelina N.V., Karzhaubekova Zh.Zh. Annotated list of medicinal plants of Kazakhstan: Reference edition. Almaty, 2014. – 200 p. (In Russian).
2. He C.N., Peng Y., Zhang Y.C., Xu L.J., Gu J., Xiao P.G. Phytochemical and biological studies of Paeoniaceae // Chemistry & Biodiversity. – 2010. – Vol. 7. – No. 4. – P. 805–838.
3. Enkhtuya E., Kashiwagi T., Shimamura T., Ukeda H. Antioxidative constituents in the leaves of *Paeonia anomala* grown in Mongolia // Food Science and Technology Research. – 2017. – Vol. 23. – No. 1. – P. 63–70.
4. The Red Book of Kazakhstan. - 2nd edition, revised and supplemented. Volume 2.: Plants (coll. author). Almaty: "ArtPrintXXI", 2014. – 452 p. (In Russian).
5. Gemedzhieva N.G., Kubentaev S.A., Izbastina K.S., Mukhtubaeva S.K. Illustrated catalog of medicinal plants of the Kazakh Altai. Reference edition. Astana, 2023. – 140 p. (In Russian).
6. Kubentayev S.A., Khapilina O.N., Ishmuratova M.Y., Sarkytbayeva A.K., Turzhanova A.S., Imanbayeva A.A., Alibekov D.T., Zhumagul M.Z. Current State of Natural Populations of *Paeonia anomala* (Paeoniaceae) in East Kazakhstan // Diversity. – 2023. – Vol. 15. – No. 11. – P. 1127. <https://doi.org/10.3390/d15111127>
7. Flora of Kazakhstan. Alma-Ata, Alma-Ata: Publishing House of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR 1961. Vol. 4. – P. 12–13. (In Russian).
8. Kubentaev S.A., Kotuhov YU.A., Izbastina K.S., Sarkytbaeva A.K., ZHumagul M.ZH., Muhktubaeva S.K. Ecological and phytocenotic timing and seasonal rhythm of development of *Paeonia anomala* L. in Eastern Kazakhstan. Bulletin of Karaganda University. Series: Biology. Medicine. Geography. – 2021. – Vol. 103. – No. 3. – P. 80–86. (In Russian).
9. Zhang X., Zhai Y., Yuan J., & Hu Y. New insights into Paeoniaceae used as medicinal plants in China // Scientific reports. – 2019. – Vol. 9. – No.1. – P. 1-10.
10. Su J., Zhang P., Zhang J.J., Qi X.M., Wu Y.G., & Shen J.J. Effects of total glucosides of paeony on oxidative stress in the kidney from diabetic rats // Phytomedicine. – 2010. – Vol. 17. – No. 3-4. – P. 254-260.
11. Wu YG, Ren KJ, Liang C, Yuan LM, Qi XM, Dong J, Shen JJ, Lin SY. Renoprotective effect of total glucosides of paeony (TGP) and its mechanism in experimental diabetes // Journal of pharmacological sciences. – 2009. – Vol. 109. – No. 1. – P. 78-87.
12. Oidovsambu S., Kim C.Y., Kang K., Dulamjav B., Jigjidsuren T., Nho C.W. Protective effect of *Paeonia anomala* extracts and constituents against tert-butylhydroperoxide-induced oxidative stress in HepG2 cells // Planta Medica. – 2013. – Vol. 29. – No. 02. – P. 116-122.
13. Zapesochnaya G.G., Kurkin V.A., Avdeeva E.V., Popov D.M., Kolpakova M.V. A chemical study of the roots of *Paeonia anomala* // Chemistry of Natural Compounds. – 1992. – Vol. 28. – No.1. – P. 45-47.

14. Ligaa U., Davaasurin B., Ninzhil N. Medicinal plants of Mongolia used in Western and Eastern medicine. – Moscow: Rosselhozakademii, 2009. – 208 p.
15. Volodya T., Tserenbaljir D., Lkhamjav T. Mongolian medicinal plants //Admon, Ulaanbaatar. – 2008. – P. 334-336.
16. Oidovsambuu S., Yun J.H., Kang K., Dulamjav B., Tunsag J., Nam E. J., Nho C.W. A Fruit Extract of *Paeonia anomala* Attenuates Chronic Alcohol-induced Liver Damage in Rats // Natural Product Sciences. – 2016. – Vol. 22. – No. 4. – P. 231-237.
17. He C.N., Peng Y., Zhang Y.C., Xu L.J., Gu J., Xiao P.G. Phytochemical and biological studies of Paeoniaceae //Chemistry and Biodiversity. – 2010. – Vol. 7. – No. 4. – P. 805–838.
18. Shon Y.H., Nam K.S. Protective effect of Moutan Cortex extract on acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice //Journal of ethnopharmacology. – 2004. – Vol. 90. – No. 2-3. – P. 415-419.
19. Wang H., Wei W., Wang N.P., Wu C.Y., Yan S.X., Yue L., Zhang L.L., Xu S.Y. Effects of total glucosides of peony on immunological hepatic fibrosis in rats//World Journal of Gastroenterology: WJG. – 2005. – Vol. 11. – No. 14. – P. 2124–2129.
20. Alia M., Ramos S., Mateos R., Granado-Serrano A.B., Bravo L., Goya L. Quercetin protects human hepatoma HepG2 against oxidative stress induced by tert-butyl hydroperoxide // Toxicology and applied pharmacology. – 2006. – Vol. 212. – No. 2. – P. 110-118.
21. Enkhtuya E., Kashiwagi T., Shimamura T., Ukeda H. Antioxidative Constituents in the Leaves of *Paeonia anomala* Grown in Mongolia// Food Science and Technology Research. – 2017. – Vol. 23. – No. 1. – P. 63-70.
22. Glazunova L. 2008. Image of *Paeonia anomala* L. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. 2007–2021. <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/image/id/4868.html>
23. Rabotnov T.A. Determination of the age composition of species populations in a community / T.A. Rabotnov // Field geobotany. — M.; L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1964. – pp. 132–145. (In Russian).
24. Smirnova O.V. The volume of the counting unit in the study of coenopopulations of plants of various biomorphs / O.V. Smirnov // Coenopopulation of plants: Basic concepts and structure. – 1976. – P. 72–80. (In Russian).
25. Gorchakovskij P.L. 1987. Forest oases of the Kazakh melkosopochnik. M.: Nauka. –160 p. (In Russian).
26. Kupriyanov A.N. Synopsis of the flora of the Kazakh melkosopochnik. Novosibirsk: Academic publishing house “Geo”, 2020. – 423 p. (In Russian).

**Авторлар туралы мәлімет:**

*Избастина Клара Сержанқызы (корреспондент-автор) – PhD, Қазақстан Республикасы экология және табиғи ресурстар министрлігі орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника және фитointродукция институты ШЖҚ РМК филиалы Астана ботаникалық бағының ғылыми қызметкері және С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық зерттеу Университетінің оқытушысы (Астана, Қазақстан, e-mail: izbastina.k@gmail.com)*

*Кубентаев Серік Аргынбекович – PhD, қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы экология және табиғи ресурстар министрлігі орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника және фитointродукция институты ШЖҚ РМК филиалы «Астана ботаникалық бағы» және Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті мен Астана Халықаралық университетінің аға ғылыми қызметкері (Астана, Қазақстан, e-mail: kubserik@mail.ru)*

*Саркытбаева Айсулу Каримкажиевна – Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің докторанты (Алматы, Қазақстан e-mail: ajsulusarkytbaeva484@gmail.com)*

*Мырзағалиева Анар Базаровна – Биология ғылымдарының докторы, профессор, Астана Халықаралық университетінің Бірінші вице-президенті (Астана, Қазақстан, e-mail: an.myrzagaliyeva@gmail.com)*

*Мухтубаева Сауле Какимжановна – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы экология және табиғи ресурстар министрлігі орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника және фитointродукция институты ШЖҚ РМК филиалы Астана ботаникалық бағының ғылыми қызметкері және Астана Халықаралық университетінің оқытушысы (Астана, Қазақстан, e-mail: mukhtubaeva@mail.ru)*

*Кубентаева Балсулу Болатбековна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, Қазақстан Республикасы экология және табиғи ресурстар министрлігі орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника және фитointродукция институты ШЖҚ РМК филиалы Астана ботаникалық бағы кіші ғылыми қызметкер (Астана, Қазақстан, e-mail: kubserik@mail.ru)*

**Information about authors:**

*Izbastina Klara Serzhankyny* – (corresponding author) – PhD, Researcher of «Astana Botanical Garden» branch of the Republican State Enterprise on the right of economic management «Institute of Botany and Phytoinroduction» of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan and Teacher of S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University (Astana, Kazakhstan, e-mail: izbastina.k@gmail.com )

*Kubentaev Serik Argyzbekovich* – PhD, associate professor, Senior Researcher of «Astana Botanical Garden» branch of the Republican State Enterprise on the right of economic management «Institute of Botany and Phytoinroduction» of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan and Senior Researcher of Al-Farabi Kazakh National University (Astana, Kazakhstan, e-mail: kubserik@mail.ru)

*Sarkytbayeva Aisulu Karymkahzyevna* – Doctoral student of Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: ajsulusarkytbaeva484@gmail.com)

*Myrzagaliyeva Anar Bazarovna* – Doctor of Biological Sciences, Professor, First vice president of Astana International University (Astana, Kazakhstan, E-mail: an.myrzagaliyeva@gmail.com)

*Mukhtubaeva Saule Kakimzhanovna* – Candidate of biological sciences, associate professor, Researcher of «Astana Botanical Garden» branch of the Republican State Enterprise on the right of economic management «Institute of Botany and Phytoinroduction» of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan and Teacher of Astana International University (Astana, Kazakhstan, e-mail: mukhtubaeva@mail.ru)

*Kubentaeva Balsulu Bolatbekovna* – Master of Agricultural Sciences, junior researcher of «Astana Botanical Garden» branch of the Republican State Enterprise on the right of economic management «Institute of Botany and Phytoinroduction» of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan, e-mail: kubserik@mail.ru)

Received: December 15, 2023

Accepted: June 06, 2024

G.A. Sadyrova<sup>1\*</sup> , A.K. Tanybayeva<sup>1</sup> , T.A. Bazarbaeva<sup>1</sup> ,  
G.A. Mukanova<sup>1</sup> , S.M. Jamilova<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: gulbanu-s@mail.ru

## DIVERSITY OF DESERT VEGETATION OF THE KETPEN RIDGE

The article presents the results of many years of research into the desert vegetation of the Ketpen ridge. The paper presents an analysis of the desert vegetation of the Ketpen ridge. Within the study area, desert vegetation is represented by various communities. Communities with *Artemisia* stand out here, these are *Artemisia terrae-albae*; *Salsola orientalis* + *Artemisia terrae albae*, and *Salsola orientalis* + *Artemisia terrae – albae* + *Haloxylon aphyllum* associations. The total projective cover in these communities ranges from 25 to 70%, artemisia cover is 25-30%. They always include short-vegetating (*Poa bulbosa*, 8-10%) and long-vegetating (*Stipa caucasica*, 15-25%). Subshrubs include *Salsola orientalis*, *Salsola arbusculiformis*, *Anabasis salsa*, and *Nanophyton erinaceum*. Annual saltwort species are also abundant: *Petrosimonia sibirica*, *Climacoptera brachiata*, *Girgensohnia oppositiflora*, *Climacoptera lanata*. These communities are more saturated with ephemerals and ephemerooids, forming ephemeral-artemisia groups of communities. *Artemisia sublessingiana* + *Artemisia terrae-albae* stand out; *Stipa caucasica* + *Artemisia sublessingiana* + *Artemisia sublessingiana*; *Artemisia terrae-albae* + *Stipa capitata*; *Ceratocarpus utriculosus* + *Artemisia terrae-albae* associations. The grass herbage contains: *Festuca sulcata*, *Poa stepposa*, *Poa bulbosa*, *Stipa caucasica*; from forbs – *Ceratocarpus utriculosus*, *C. arenaria*, *Climacoptera brachiata*, as well as weeds and poisonous plants: *Goebelia pachycarpa*, *Acroptilon repens*, *Xanthium strumarium*, *Urtica dioica*, *Atriplex tatarica* and others.

**Key words:** Ketpen Ridge, diversity, desert vegetation.

Г.А. Садырова<sup>1\*</sup>, А.К. Таныбаева<sup>1</sup>, Т.А. Базарбаева<sup>1</sup>,  
Г.А. Муканова<sup>1</sup>, С.М. Джамилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық педагогикалық университеті. Абай, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: gulbanu-s@mail.ru

### Кетпен жотасының шөл өсімдіктерінің әртүрлілігі

Мақалада Кетпен жотасының шөл өсімдіктері туралы көпжылдық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Жұмыста Кетпен жотасының шөл өсімдіктерін талдау ұсынылған. Зерттелетін аумақта шөл өсімдіктері әртүрлі қауымдастықтармен ұсынылған. Мұнда с *Artemisia* қауымдастықтары ерекшеленеді, олар *Artemisia terrae-albae*; *Salsola orientalis* + *Artemisia terrae albae*, және *Salsola orientalis* + *Artemisia terrae albae* + *Haloxylon aphyllum* бірлестіктері. Бұл қауымдастықтардағы жалпы проективті қамту 25-70% құрайды, жусан жабыны 25-30% құрайды. Олардың құрамына әрдайым қысқа вегетативті (*Poa bulbosa*, 8-10%) және ұзақ вегетативті (*Stipa caucasica*, 15-25%) қатысады. Бұталардың ішінен *Salsola orientalis*, *Salsola arbusculiformis*, *Anabasis salsa*, *nanophyton erinaceum* кездеседі. Жыл сайынғы тұзсыз түрлер де көп кездеседі: *Petrosimonia sibirica*, *Climacoptera brachiata*, *Girgensohnia oppositiflora*, *Climacoptera lanata*. Бұл қауымдастықтар эфемерлік және эфемероидтармен қаныққан, олар қауымдастықтардың эфемерлік-жусан топтарын құрайды. Сублессингиан-жусан, астық-сублессингиан-жусан, тарсик-жусан, эбелек-арамшөп-жусан, ақмия-астық-жусан бірлестіктері ерекшеленеді. The шөпті дәнді дақылдар: *Festuca sulcata*, *Poa stepposa*, *Poa bulbosa*, *Stipa caucasica*; шөптен – *Ceratocarpus utriculosus*, *C. arenaria*, *Climacoptera brachiata*, сондай-ақ арамшөптер мен ұлы өсімдіктер: *Goebelia pachycarpa*, *Acroptilon repens*, *Xanthium strumarium*, *Urtica dioica*, *Atriplex tatarica* және басқалары.

**Түйін сөздер:** Кетпен жотасы, әртүрлілік, шөл өсімдіктері.

Г.А. Садырова<sup>1\*</sup>, А.К. Таныбаева, Т.А. Базарбаева<sup>1</sup>,  
Г.А. Муканова<sup>1</sup>, С.М. Джамилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: gulbanu-s@mail.ru

### Разнообразие пустынной растительности хребта Кетпен

В статье приводятся результаты многолетних исследований пустынной растительности хребта Кетпен. В работе представлен анализ пустынной растительности хребта Кетпен. В пределах исследуемой территории пустынная растительность представлена различными сообществами. Здесь выделяются сообщества с *Artemisia*, это *Artemisia terrae-albae*; *Salsola orientalis* + *Artemisia terrae albae*, и *Salsola orientalis* + *Artemisia terrae albae* + *Haloxylon aphyllum* т.е. солянково-саксаулово-серополынные ассоциации. Общее проективное покрытие в этих сообществах составляет от 25 до 70 %, покрытие полыни составляет 25-30%. В их составе всегда принимают участие коротковегетирующие (*Poa bulbosa*, 8-10%) и длительновегетирующие (*Stipa caucasica*, 15-25%). Из полукустарничков здесь встречаются *Salsola orientalis*, *Salsola arbusculiformis*, *Anabasis salsa*, *Nanophyton erinaceum*. Обильно встречаются и однолетнесолянковиды: *Petrosimonia sibirica*, *Climacoptera brachiata*, *Girgensohnia oppositiflora*, *Climacoptera lanata*. Данные сообщества в большей степени насыщены эфемерами и эфемероидами, образуя эфемерово-полынные группы сообществ. Выделяются сублессингианово-полынные, злаково-сублессингианово-полынные, тырсиково-полынные, эбелеково-сорнотравно-полынные, бунцово-злаково-полынные ассоциации. В травостое из злаков присутствуют: *Festuca sulcata*, *Poa stepposa*, *Poa bulbosa*, *Stipa caucasica*; из разнотравья – *Ceratocarpus utriculosus*, *C. arenaria*, *Climacoptera brachiata*, а также сорные и ядовитые растения: *Goebelia pachycarpa*, *Acroptilon repens*, *Xanthium strumarium*, *Urtica dioica*, *Atriplex tatarica* и другие.

**Ключевые слова:** Хребет Кетпен, разнообразие, пустынная растительность.

### Introduction

The Ketpen ridge, being the eastern extremity of the Northern Tien Shan, extends in the latitudinal direction, where the total length is about 300 km, the width is 40-50 km. We have conducted research on the vegetation and flora of the northern and southern slopes of the Ketpen ridge for 20 years. The studied desert flora of the Ketpen ridge is confined to the

northern slopes, where it rises to 1400-1500 m, which is due to the protection from the northern slopes of the Dzhungar Alatau, which condenses a large amount of precipitation on the northern and northwestern slopes. The desert and desert-steppe zone of the Ketpen ridge is located slightly higher and occupies a strip of foothills with absolute heights from 1000-1200 to 1300 m above sea level. m. (Figure 1).



Figure 1 – Ketpen ridge



The climate features of the study area are determined by the fact that the Ketpen ridge belongs to the desert zone. According to the diversity of natural and climatic conditions, according to the conditions of heat and moisture supply, and the growing season, the territory of the Almaty region of the Uyghur region, to which the study area belongs, is divided into the following agroclimatic regions: 1. A very arid foothill-plain region, occupying a strip of foothill (piedmont) plains. 2. An arid foothill region, occupying an even more southern part of the territory of the Uyghur region, covering the foothills of the mountains in a narrow strip. It represents the foothills or “counters” of the Ketpen ridge. 3. Mountainous region, starting from an altitude of 1200 – 1600 m. Changes in climatic conditions of the study area are subject to the law of vertical zonation. The climate of the Ketpen ridge is primarily influenced by its location in the southern latitudes, near the deserts of the Balkhash region; great distance from seas and oceans; features of atmospheric circulation and complexity of relief. In general terms, the climate of the Ketpen ridge is characterized by significant solar insolation, continentality, dryness, hot summers, cold winters with little snow in the foothills, frequent temperature inversions, and heavy snow cover in the mountains. The foothills are characterized by a harsh continental climate, dry air, low precipitation, cold winters, dry and warm autumns and intense springs [1].

### Materials and methods

The main methods for studying plant species of the forest belt of the Ketpen ridge were generally accepted classical methods of botanical and floristic research and traditional methods of geobotanical research: in the field conditions, the traditional route-reconnaissance method was used. The collection and processing of herbarium material was carried out according to generally accepted methods. Specimens of forest plant species were collected in herbarium folders with a description of the collection sites, date and collector. At points recorded on the ground by a GPS device, a detailed geobotanical description of the plant communities present was carried out. Office processing and species identification were carried out in the laboratory: after field work, the material was subjected to additional drying and viewing using binocular loupes and distributed into systematic groups. The collection and processing of

herbarium material was carried out according to the generally accepted method of A.K. Skvortsova [2]. In the process of identifying the herbarium, multi-volume summaries were used as sources: “Flora of the USSR” [3], “Flora of Kazakhstan” [4], “Plants of Central Asia” [5], “Identifier of plants of Central Asia” [6], “Illustrated identification of plants Kazakhstan” [7] and others. To clarify species and generic names, the latest reports by S.K. Cherepanova, S.A. Abdulina [8,9]. The types of life forms are carried out according to the classifications of K.Raunkier and I.G. Serebryakov [10].

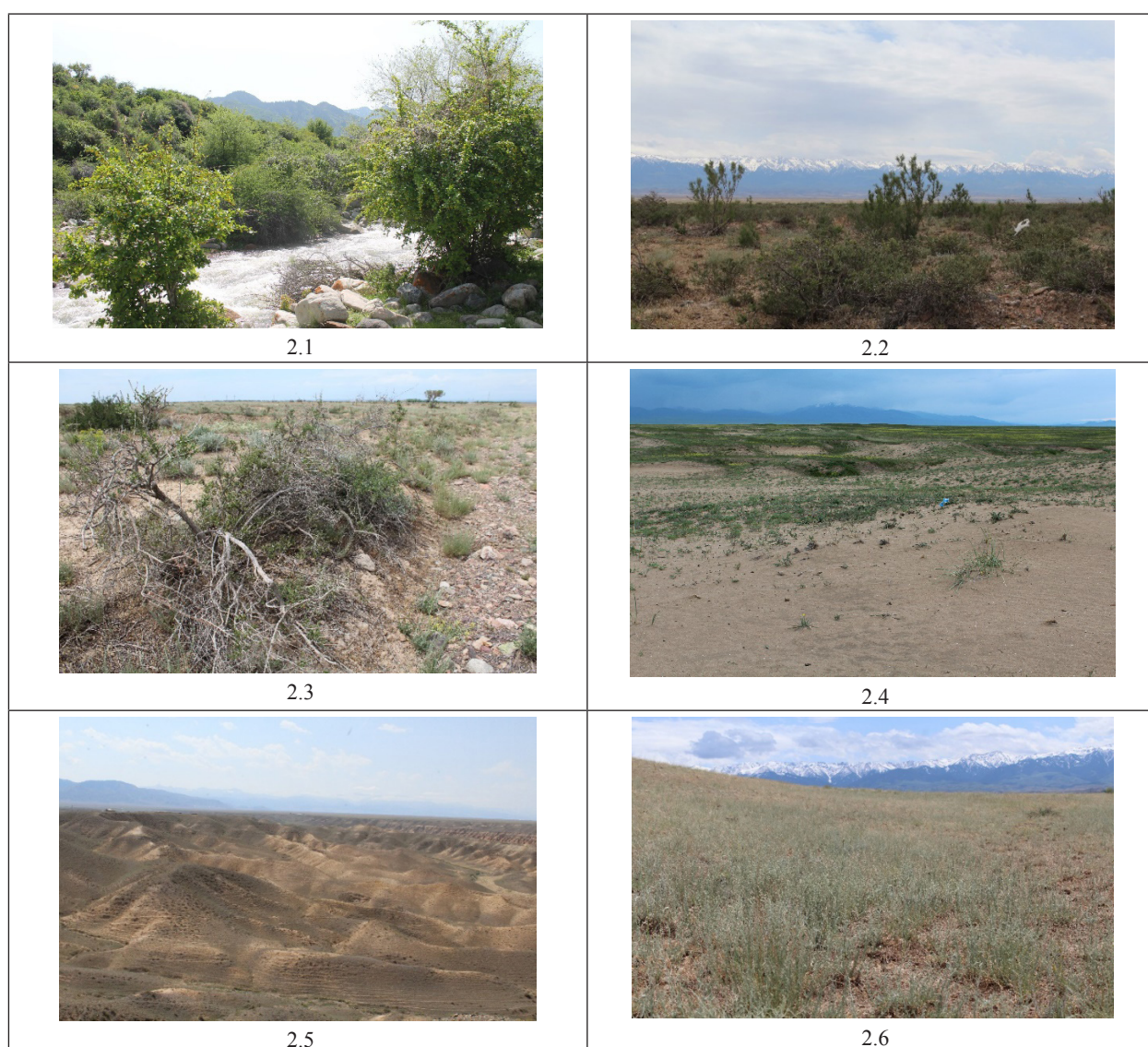
### Results and discussion

The Ketpen ridge belongs to the desert zone, where desert vegetation, classified as desert type, occupies the entire piedmont plain and the lower part of the low mountains. Rocky deserts, or “hamads,” on the Ketpen ridge occupy the lower parts of the low mountains and foothill plains, which are well represented in the western extremity of the ridge. The foothill plain itself is cut by small rivers that dry up in the summer. Several ecological types have been identified for the deserts of the Northern Tien Shan and rocky deserts of Kazakhstan [11, 12, 13, 14]. 1. Rubbly foothill deserts dominated by *Artemisia*, where this type is represented by a special group of ephemeral communities with the participation of *Artemisia terrae-albae*. 2. Rocky deserts with *Salsola* species. 3. Deserts dominated by *Salsola* and *Artemisia* species. 4. Psammophytic deserts. The desert part of the Ketpen ridge is characterized by 3 ecological types of deserts: 1. deserts with a group of ephemeral + *Artemisia terrae-albae* communities; 2. rocky deserts dominated by *Salsola*; 3. Psammophytic deserts (Figure 2).

Deserts with the participation of *Artemisia* on the Ketpen ridge are distributed on gravelly foothill plains on light chestnut, often washed away, glistly-gravelly, sometimes underdeveloped, loamy carbonate soils along intermountain valleys, hollows and mountain slopes. The species composition of deserts containing *Artemisia* is not rich. Among *Artemisia* communities, the dominant role is played by communities with – *Artemisia terrae-albae* from the subgenus *Seriphidium*. These are either pure *Artemisia* or herbage with an admixture of *salsola*: *Salsola orientalis*, *Kochia prostrata*, *Nanophyton erinaceum*, *Hololachne songarica*, *Ephedra distachya*, *Allium galanthum*. Species of the genus *Artemisia*

are mostly low xerophytic subshrubs 20–45 cm high, forming communities on soils of varying mechanical composition and varying degrees of salinity. Of the subgenus *Seriphidium*, in addition to communities with the participation of *Artemisia terrae-albae*, *Artemisia sublessingiana* and *Artemisia heptapotamica* play an important role in the formation of the desert, which occupy large areas in the study area of the Ketpen ridge, especially in the central part. The dominant communities with participation rise to 1200–1300 m. They form homogeneous communities, but they are often mixed with grasses: *Fes-*

*tuca sulcata*, *Stipa sareptana* and shrubs: *Spiraea hypericifolia*, *Atraphaxis spinosa*. Rocky deserts dominated by *Salsola* in the study area of the Ketpen ridge are developed along gently sloping piedmont plains and trails on gray-brown carbonate gypsum-bearing soils. These deserts are characterized by communities involving *Krascheninnikovia fruticulosa*, *Nanophyton erinaceum*, *Salsola orientalis*, *Anabasis salsa*, *Kochia prostrata*, *Arthrophytum iliense*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium foliatum*, *Suaeda altissima*, which occupy large areas in the studied region. The predominant ones are



**Figure 2** – Ketpen ridge. 2.1. Lower belt of the Ketpen ridge, Ketpen village. 2.2. Foothills of the Ketpen ridge. 2.3. Community of *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin in the foothill plain of the Ketpen ridge. 2.4. Mountain hilly-ridge sands “Kum-Tekey” in the Kegen intermountain valley, at altitude. 2000m. 2.5. Lower belt in the Kegen Valley. 2.6. *Artemisia* communities in the Kegen valley.

communities involving *Nanophyton erinaceum* and *Salsola arbusculiformis*. The solonchaks and saline soils of the intermountain valleys of the Ketpen ridge are characterized by communities dominated by desert species *Kalidium foliatum*, *Halocnemum strobilaceum*, as well as annual *Salsola* (*Climacoptera brachiata*, *Salsola foliosa*). They are especially widespread in higher intermountain valleys, such as in the Kegen valley, where they are found at an altitude of 2000 m. Communities involving *Salsola arbusculiformis*, *Salsola orientalis* on the Ketpen ridge are found on the mountain slopes of light chestnut underdeveloped loamy soils on the slopes of low mountains and piedmont plains on heavily gravelly gray-brown soils. *Salsola arbuscula* dominates, where it is mixed with *Salsola orientalis*, *Nanophyton erinaceum*, *Arthrophytum iliense*. Communities involving *Nanophyton erinaceum* are found in the western part of the Ketpen ridge. Communities of *Salsola orientalis* are widespread throughout the foothill plain, mainly on the northern slope of the studied ridge. *Salsola orientalis* is confined to serozems, light loamy, sometimes cartilaginous-gravelly, solonchakous, gray-brown solonchakous soils. Along with *Salsola orientalis*, annual *Salsola* predominates in the herbage: *Ceratocarpus utriculosus* *Girgensohnia oppositiflora* *Petrosimonia sibirica*. Communities of *Krascheninnikovia ceratoides* are found along the foothill plain, mainly along hollows and streams on gray loamy gray soils and on gray-brown loamy soils in small areas almost throughout the entire foothill plain of the Ketpen ridge. In addition to *Krascheninnikovia ceratoides*, the grass stand is formed by *Artemisia terrae-albae*, *Artemisia heptapotamica*, *Nanophyton erinaceum*, *Salsola orientalis*. Communities with *Nanophyton erinaceum* in the study area of the Ketpen ridge are found in patches among *Salsola orientalis*. *Artemisia heptapotamica* communities, being the most widespread in the foothill plain. These communities usually grow on rocky, gravelly soils. Communities with the participation of *Arthrophytum iliense* are found along watercourses, flattened and low areas of the foothill plain of the Ketpen ridge. The soils are gray-brown, gristly, gravelly, solonchakous, loamy. The herbage of these communities is absolutely dominated by *Arthrophytum iliense*. There are few

communities with *Suaeda altissima* in the studied area of the Ketpen ridge; they are found mainly in the Kara-Dala and Sunkar sections, in the villages of Dardymty and Ketpen. Here, various species of *Salsola*, *Artemisia*, and *Alhagi* are mixed into the *Suaeda altissima* communities. Communities with *Haloxylon aphyllum* occupy large areas in the study area. Particularly large areas of *Haloxylon aphyllum* are located in the Kara-Dala village area Sunkar.

In communities dominated by *Haloxylon aphyllum*, there are a large variety of herbs and ephemerals, including saltworts *Kochia prostrata*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Suaeda acuminata*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Kalidium foliatum*, *Hololachne songarica*; of forbs found – *Cynanchum sibiricum*, *Acroptilon repens*, *Alhagi kirghisorum*; эфемеры представлены *Erodium oxyrrhynchum*, *Astragalus oxyglottis*, *Astragalus commixtus*, *Chorispora sibirica*, *Halogeton glomeratus*. In addition to the above-mentioned deserts with the participation of *Artemisia* and *Salsola*, there are gravelly deserts on thin and gypsum-bearing soils. The vegetation cover is represented by the communities of *Salsola arbuscula*, *Artemisia terrae-albae*, and *Salsola orientalis*. Psammophytic deserts within the Ketpen ridge have a very limited distribution. This small area of lumpy-ridge sands is noted in the valley of the Kegen river, these are the so-called mountain sands “Kum-Tekey” located in the Kegen intermountain valley, at an altitude of 2000m, surrounded by meadows and steppes. This small area of psammophytic desert was described by N.I. Rubtsov [15], where he notes that this small island of hilly-ridge sands, lost high in the mountains, cannot be classified as a desert, since its vegetation cover is dominated by: *Elymus giganteus* and *Medicago sulcata*. Xerophilous shrubs and shrubs characteristic of desert type vegetation are practically absent in the described sands. Plants of the meadow and steppe type are represented and occupied mainly here. N.I. Rubtsov believes that the Kum-Tekey sands are apparently a residual relict formation, which are probably the remains of ancient deltaic or ancient lacustrine-alluvial deposits of the Pleistocene. Here he discovered a relict endemic species of astragalus – *Astragalus rubtsovii* (Figure 3).



**Figure 3** – Desert views of the Ketpen ridge. 3.1. *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. 3.2. *Ceratocarpus utriculosus* Bluket ex Krylov. 3.3. *Caragana camilli-schneideri* Kom. 3.4. *Astragalus rubtzovii* Boriss. 3.5. *Alyssum campestre* L. 3.6. *Rhamnus songorica* Gontsch. 3.7. *Anabasis salsa* Benth. ex Volkens. 3.8. *Atraphaxis virgata* (Regel) Krasn.

## Conclusion

Thus, on the Ketpen ridge, the desert type of vegetation (xerophytic shrubs, shrubs and shrubs) is mainly vegetation of *Artemisia terrae-albae*, with an admixture of ephemerals. The desert belt on the Ketpen ridge occupies the lower part of the low mountains within the absolute altitudes from 850 – 900 m to 1100 – 1300 m. The desert type of vegetation on the Ketpen ridge includes phytocenoses, the dominants of which are xerophilous shrubs and subshrubs. Deserts predominate, represented by two main communities: *Artemisia terrae-albae* and *Artemisia sublesingiana*. These communities have a well-developed ephemeral-ephemeral synusia, which is associated with an increased amount of spring

precipitation in the submountain zone. The species composition of ephemerals and ephemeroids is relatively rich. Of the ephemeroids present – *Carex stenophylloides*, *C. pachystylis*, *Poa bulbosa*, *Tulipa kolpakovskiana*, *T. ostrovskiana*, *Ixiolirion tataricum*, *Leontice incerta*, *Crocus alatavicus*; of the ephemera are present – *Trigonella orthoceras*, *T. arcuata*, *Alyssum dasycarpum*, *A. turkestanicum*, *Meniocus linifolius*, *Chorispora tenella*, *Ch.sibirica*, *Strigosella scorpioides*, *S. africana*, *Tauscheria lasiocarpa*, *Tetracme quadricornis*, *Astragalus filicaulis*, *A. commixtus*, *A. vicarius*, *Bromus japonicus*, *B. oxydon*, *Eremopyrum orientale*, *E. triticeum*, *Papaver pavonium*, *Roemeria refracta*, *Ceratocephalus orthoceras*, *Heteracia szovitsiana*, *Torularia korolkovii*, *Lappula microcarpa* and others.

## References

1. Atlas Kazakhskoy SSR. Prirodnyye usloviya i resursy [Atlas of the Kazakh SSR. Natural conditions and resources] – M.: Main Directorate of Geodesy and Cartography under the Council of Ministers of the USSR. -1982. – 81 p.
2. Skvortsov A.K. Gerbariy [Herbarium]. – Moscow, -1977. – 199 p.
3. Flora SSSR (1934 – 1964) [Flora SSSR]. M.: L., vol.1–30 [in Russian].
4. Flora Kazakhstana (1956-1966) [Flora of Kazakhstan], Alma-Ata, vol.1-9.
5. Rastenia Tsentralnoi Azii (1963 -1989) [Plants of Central Asia], M.: L., vol.1-9.
6. Opredelitel rastenii Srednei Azii (1968 – 1993) [The determinant of plants in Central Asia], Tashkent, vol.1-10.
7. Illyustrirovannyi opredelitel' rastenii Kazakhstana (1962 – 1975) [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan], Alma-Ata, vol. 1-2.
8. Cherepanov S.K. (1995) Sosudistye rastenia Rossii i sopredelnykh gosudarstv, v predelakh byvshego SSSR [Vascular plants of Russia and neighboring states, within the former USSR], -SPb., – 990 p. [in Russian].
9. Abdulina S.A. (1998) Sosudistye rastenia Kazakhstana [Vascular plants of Kazakhstan], Almaty, 188 p. [in Russian].
10. Serebryakov I. G. (1962). Ekologicheskaya morfologiya rasteniy [Ecological morphology of plants]. M., 378 p. [in Russian].
11. Takhtadzhyan A.L. (1987) Sistema magnoliofitov [Magnoliophyte system], M.: L., 439 p. [in Russian].
12. Bykov B.A. (1979) Ocherki istorii rastitel'nogo mira Kazakhstana i Sredney Azii [Essays on the history of the flora of Kazakhstan and Central Asia] Alma-Ata, 107 p. [in Russian].
13. Korovin E. P., Korotkova E.E. (1946) Tipy rastitel'nosti Sredney Azii //Trudy Sredneaziatskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Biologicheskiye nauki [Types of vegetation of Central Asia //Proceedings of the Central Asian State University, Biological Sciences], –Tashkent, 8, 24 p.
14. Rubtsov N.I. (1950) O geobotanicheskom rayonirovanii Tyan'-Shanya// Byulleten' moskovskogo obshchestva ispytateley prirody [On the geobotanical zoning of the Tien Shan // Bulletin of the Moscow Society of Naturalists], 55 (4). – P. 86 – 94.
15. Rubtsov N.I. (1964) O rodovom endemizme flory Sredney Azii// Botanicheskiye Materialy gerbariya instituta botaniki [On the generic endemism of the flora of Central Asia // Botanical Materials of the Herbarium of the Institute of Botany], – Alma-Ata, 107 p. [in Russian].

### Авторлар туралы мәлімет:

Садырова Гульбану Ауесхановна (жауапты автор) – биология ғылымдарының докторы, география және табиғатты пайдалану факультетінің, тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының доценті (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: gulbanu-s@mail.ru)

Таныбаева Айнур Кабдрасуловна – химия ғылымдарының кандидаты, география және табиғатты пайдалану факультетінің деканның оқу-әдістемелік және тәрбие жұмысы жөніндегі орынбасары, аға оқытушы (Алматы, Қазақстан, эл.пошта: aina.tan@bk.ru)

Базарбаева Турсынкул Аманкельдиевна – география ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, география және табиғатты пайдалану факультетінің, тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: Tursynkul.Bazarbaeva@kaznu.edu.kz)

Джамилова Сауле Мәлкызы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Абай ҚазҰПУ жаратылыстану пәндерін оқыту технологиясы кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, эл. пошта: DSM1750@gmail.com)

**Information about authors:**

*Sadyrova Gulbanu Aueskhanovna (corresponding author) – doctor of biological sciences, associate professor of the department of UNESCO for sustainable development, faculty of geography and environmental management (Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulbanu-s@mail.ru)*

*Tanybayeva Ainur Kabdrasulovna – candidate of chemical sciences, deputy dean for educational, methodological and educational work of the faculty of geography and environmental management, senior lecturer (Almaty, Kazakhstan, e-mail: aina.tan@bk.ru)*

*Bazarbayeva Tursynkul Amankeldievna – candidate of geographical sciences, associate professor, head of the department of UNESCO for sustainable development, faculty of geography and environmental management (Almaty, Kazakhstan, e-mail: Tursynkul.Bazarbaeva@kaznu.edu.kz)*

*Dzhamilova Saule Malskyzy – master of natural sciences, senior lecturer of the department of technology of teaching natural sciences of Abai KazNPU (Almaty, Kazakhstan, e-mail: DSM1750@gmail.com)*

*Received: November 07, 2023*

*Accepted: June 17, 2024*

IRSTI 34.29.25

https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v79.i2-012

N.V. Terletsкая<sup>1,2</sup>, M.S. Kurmanbayeva<sup>1,2\*</sup>, N.G. Gemejiyeva<sup>3</sup>,  
 Zh.Zh. Karzhaubekova<sup>3</sup>, N.O. Kudrina<sup>1,2</sup>, M. Yerbay<sup>1,2</sup>,  
 A.B. Kusmangazinov<sup>1,2</sup>, D.E. Karabalayeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF *RHEUM TATARICUM* L. PLANTS FROM DIFFERENT ECOPOPULATIONS

There are about 60 species of the genus *Rheum* L. (Polygonaceae) distributed mainly in temperate and subtropical Asia, with the largest number (38 species, including 19 endemics) recorded in China. All species of the genus are used as medicinal plants. According to modern pharmacology, the most important property of the rhubarb root is regulation of the stomach and intestine function, due to its laxative effect; rhubarb also has antipyretic properties and antioxidant activity. The high content of dietary fibers provides protection against cardiovascular diseases, and vitamin K is valuable for the prevention of osteoporosis. However, the active ingredients and their mechanism of action have not been sufficiently studied.

*Rheum tataricum* L., known for its high resistance to drought, salinity, and lack of nutrients is the least studied species of wild rhubarb. The whole plant, and especially the leaves, contains several toxic compounds, in particular anthraquinone glycosides and calcium oxalate crystals.

Here we present the results of a comparative analysis of the anatomical and morphological structure of *Rh. tataricum* plants from ecopopulations growing in the Balkhash and Karatal districts of the Almaty region. We identified the differences due to the weather and climatic conditions of the ecopopulations. It is important to note that many idioblasts containing calcium oxalate were found in the rhizomes of *Rh. tataricum*, which prevent animals from eating plants and getting poisoned. The number of idioblasts in the central circle of the *Rh. tataricum* rhizome was smaller in the Balkhash district than in the Karatal district, while the idioblasts were larger in size in the former district. The medicinal and nutritional value of *Rh. tataricum* growing in a semi-desert environment indicates a high potential of the species in plant breeding, medicine, and as a food source.

**Key words:** *Rheum tataricum*, extract, pharmacology, antioxidant activity, ecopopulation, morphology.

Н.В. Терлецкая<sup>1,2</sup>, М.С. Курманбаева<sup>1,2\*</sup>, Н.Г. Гемеджиева<sup>3</sup>,  
 Ж.Ж. Каржаубекова<sup>3</sup>, Н.О. Кудрина<sup>1,2</sup>, М. Ербай<sup>1,2</sup>,  
 А.Б. Кусмангазинов<sup>1,2</sup>, Д.Э. Карабалаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Генетика және физиология институты, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup> Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

### Әртүрлі экопопуляциялардан жиналған *Rheum tataricum* L. өсімдіктерінің анатомиялық-морфологиялық құрылымының ерекшеліктерін салыстырмалы талдау

Polygonaceae тұқымдасы *Rheum* L. туысының 60 – қа жуық түрі табиғатта негізінен қоңыржай және субтропикалық Азияда, ең көп 38 түрі Қытайда таралған, оның ішінде 19-ы эндемик. Туыстың барлық түрлері дәрілік өсімдік ретінде қолданылады. Қазіргі фармакология рауғаш өсімдігі тамырының ең маңызды қасиеті асқазан-ішек жолдарының ауруларына шипа екенін көрсетті, өйткені рауғаш сығындысы іш жүргізетін әсерге ие, рауғаш сонымен қатар антипиретикалық қасиеттерге және антиоксиданттық белсенділікке ие. Диеталық талшықтың жоғары мөлшері жүрек-қан тамырлары ауруларынан қорғайды, ал К дәрумені остеопороздың ал-

дын алу үшін құнды. Алайда, белсенді компоненттер мен олардың әсер ету механизмі әлі нақты анықталған жоқ.

*Rheum tataricum* L. құрғақшылыққа, тұздануға және қоректің тапшылығына жоғары төзімділігімен танымал, жабайы рауғаштың ең аз зерттелген түрі. Өсімдікте, әсіресе жапырақ тақталарында бірнеше улы қосылыстар, атап айтқанда антрахинон гликозидтері, сондай-ақ кальций оксалат кристалдары бар. Бұл жұмыста *Rh. tataricum* өсімдіктерінің анатомиялық-морфологиялық құрылымының ерекшеліктеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Алматы облысының Балқаш және Қаратал аудандарында өсетін эконопуляцияларда ауа-райы-климаттық жағдайларына байланысты айырмашылықтар анықталды. Маңыздысы, *Rh. tataricum* тамырсабақтарында құрамында кальций оксалаты бар идиобласттардың көп мөлшері табылды, бұл жануарлардың өсімдікті жеуіне және оларды улы заттарға айналдыруына жол бермейді. Атап өту керек, *Rh. tataricum* тамырының орталық цилиндрінде идиобласттар көлемі Қаратал ауданына қарағанда Балқаш ауданында үлкенірек және саны жағынан аз мөлшерде болды. Дәрілік және қоректік құндылығы *Rh. tataricum* түрін шөлейт ортада өсіру, медицина және тамақтану саласында қолдану перспективасын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** *Rheum tataricum*, экстракт, фармакология, антиоксиданттық белсенділік, эконопуляция, морфология.

Н.В. Терлецкая<sup>1,2</sup>, М.С. Курманбаева<sup>1,2\*</sup>, Н.Г. Гемеджиева<sup>3</sup>,  
Ж.Ж. Каржаубекова<sup>3</sup>, Н.О. Кудрина<sup>1,2</sup>, М. Ербай<sup>1,2</sup>,  
А.Б. Кусмангазинов<sup>1,2</sup>, Д.Э. Карабалаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт генетики и физиологии КН МНВО РК, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Институт ботаники и фитоинтродукции, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: kurmanbayevakz@gmail.com

### Сравнительный анализ особенностей анато-морфологического строения растений *Rheum Tataricum* L. из различных эконопуляций

В природе встречается около 60 видов растений рода *Rheum* L. (Polygonaceae), распространенных преимущественно в умеренной и субтропической Азии, с наибольшим разнообразием в Китае – 38 видов, в том числе 19 эндемиков. Все виды рода используются как лекарственные растения. Современная фармакология показала, что наиболее важным свойством корня ревеня является регуляция работы желудка и кишечника, так как экстракт ревеня оказывает слабительное действие, ремень также обладает жаропонижающими свойствами и антиоксидантной активностью. Высокое содержание пищевых волокон обеспечивает защиту от сердечно-сосудистых заболеваний, а витамин К ценен для профилактики остеопороза и остеопороза. Однако активные ингредиенты и механизм их действия до сих пор четко не определены.

*Rheum tataricum* L. – самый малоизученный вид дикого ревеня, известный своей высокой устойчивостью к засухе, засолению и недостатку питательных веществ. Растение, особенно листовые пластинки, содержит несколько токсичных соединений, в частности гликозиды антрахинона и кристаллы оксалата кальция.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ анато-морфологической структуры растений *Rh. tataricum* из эконопуляций, произрастающих в Балхашском и Каратальском районах областей г. Алматы. Выявлены различия, обусловленные погодными-климатическими условиями произрастания эконопуляций. Важно отметить, что в корневищах *Rh. tataricum* обнаружено большое количество идиобластов, содержащих оксалат кальция, которые не позволяют животным поедать растения и превращать их в токсичные. Следует отметить, что в центральном цилиндре корневища *Rh. tataricum* идиобласты в Балхашском районе крупнее, чем в Каратальском, и имеют небольшое количество. Лекарственная и пищевая ценность *Rh. tataricum* в полупустынном местообитании указывает на перспективность использования *Rh. tataricum* в селекции, медицине и питании.

**Ключевые слова:** *Rheum tataricum*, экстракт, фармакология, антиоксидантная активность, эконопуляция, морфология.



## Introduction

Plants have been used for medicinal purposes since ancient times and, despite the progress achieved in the development of synthetic drugs, herbal remedies still play a significant role in modern medicine. Among promising sources of biologically active substances of natural origin are Kazakh representatives of the Polygonaceae Juss. family, among which there are many medicinal plants.

The family Polygonaceae includes about 50 genera, which are distributed all over the world, contains more than 1000 species. In Kazakhstan there are 141 species in 11 genera. Of these, 42

species have pharmacological properties, 15 are used in official medicine and 34 in folk medicine (Table 1) [1, 2].

Most medicinal species belong to the genera *Rumex* L. (15 species), *Rheum* L. (7), and *Persicaria* Hill (6). The species of the genus *Rheum* L. are rich in tannins, have a substantial natural resource base, and their uses in traditional medicine are well known; therefore, they deserve a further comprehensive study [3].

In this regard, the study, development, and rational use of medicinal species of the genus *Rheum* L. will expand the use of renewable plant sources and assist in preservation of their diversity in nature.

**Table 1** – Medicinal plants of the Polygonaceae Juss. family in the flora of Kazakhstan

| Genus                               | Number of medicinal species | Number of species used in medicine |      |              | Availability of information about natural resources |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------|--------------|---|
|                                     |                             | official                           | folk | experimental |   |
| <i>Aconogonon (Meissn.)Reichenb</i> | 2                           | -                                  | 2    | 1            | +   |
| <i>Atraphaxis</i> L.                | 1                           | -                                  | 1    | -            | -   |
| <i>Bistorta</i> Hill                | 2                           | -                                  | 2    | -            | -   |
| <i>Calligonum</i> L.                | 2                           | -                                  | -    | 2            | -   |
| <i>Fagopyrum</i> P. Miller          | 1                           | -                                  | -    | 1            | -   |
| <i>Fallopia</i> Adanson             | 2                           | -                                  | 2    | -            | -   |
| <i>Oxyria</i> Hill                  | 1                           | -                                  | 1    | -            | -   |
| <i>Persicaria</i> Hill              | 6                           | 5                                  | 6    | 1            | +   |
| <i>Polygonum</i> L.                 | 3                           | 2                                  | 1    | -            | +   |
| <i>Rheum</i> L.                     | 7                           | 2                                  | 6    | -            | +   |
| <i>Rumex</i> L.                     | 15                          | 6                                  | 13   | 3            | +   |
| Total                               | 42                          | 15                                 | 34   | 8            | -   |

The genus *Rheum* has about fifty species, most of which are distributed in Asia. According to M.S.Baitenov [1], nine species grow in Kazakhstan, one of which, *Rheum compactum* L., is listed in the “Red Book of Kazakhstan” [4] as *Rheum wittrockii* Lundstr. *Rheum tataricum* L. is economically valuable; it is the most common species of the genus *Rheum* in Kazakhstan. Reserves of *Rh. tataricum* have been found in areas of the Kyzylorda region, in Central [5] and in Western Kazakhstan. This species has a high content of tannins (from 2.0 to 25.74%) in all parts of the plant, has hemostatic, laxative,

astringent, hemostatic, antipyretic and antitumor effects and can be used as a source of vitamins. The underground parts of *Rh. tataricum*, all parts of which are rich in tannins, are used for medicinal purposes, preparations with antioxidant, P-vitamin and antitumor activity can be obtained from it.

So far, no regulatory documentation and phytopreparations exist for *Rheum tataricum* which is included in the State Register of Medicinal Products of Kazakhstan [6]. The exceptions are two patents for a method for obtaining polyphytic oil extract “Shukur-may” from freshly harvested roots

of *Rheum tataricum*, licorice roots and nettle leaves, and a method for obtaining an oil extract from *Tatar rhubarb* root [7]. Analysis of the available information on the phytochemical properties of the main groups of bioactive compounds in *Rheum tataricum* showed that phytochemical studies of plants of the genus *Rheum* L. had been carried out in 1960s at the Al-Farabi KazNU under the supervision of Professor, Doctor of Chemical Sciences T.K. Chumbalov. In the roots of *Rheum tataricum*, high content of tannins was found, which were isolated and identified [8]. In the available literature, no more recent data on the phytochemical and pharmacognostic properties and resource availability of *Rheum tataricum* could be found.

It is especially important to understand that the current distribution of plants is a result of both the environmental conditions and the ecophysiological potential of the species, combined with the species-specific features of the migration potential [9]. In the modern scientific literature, there is evidence that plants growing in severe climatic conditions tend to have higher concentrations of valuable biologically active substances than plants of the same species cultivated in the optimal for growth conditions [10]. This results in significant variability in the content of active compounds, which also depends on the place of collection, phenological phase of plant development, time of collection, and the organs collected [11-13]. Thus, for the target species, it is important not only to identify the main biologically active substances, but also consider the environmental conditions under which they were formed and accumulated. Therefore, at the initial stage of such studies, it is extremely informative to study morphophysiological and anatomical features of plants in vivo. It is likely that they will differ not only between species, but also between populations growing in different conditions [14-16].

Therefore, the purpose of the present study was a comparative analysis of anatomical and morphological structure of *Rheum tataricum* L. plants from ecopopulations growing in the Balkhash and Karatal districts of the Almaty region characterized by different climatic conditions.

### Materials and methods

*Rheum tataricum* L. is an herbaceous perennial plant growing from a thick, woody rhizome. It forms a

basal tubercle with 20-35 cm long and 27-50 cm wide leaves on short petioles, and blooms in late spring forming peduncles about 35-50 cm high. Samples of *Rheum tataricum* L. were taken from ecopopulations growing in the Balkhash district (26.04.23., 381 m a.s.l., N 45°35'28.3", E 77°19'55.5") and in the Karatal district (23.04.23., 396 m above sea level, N 44°45'03.4", E 75°58'50.6") of the Almaty region.

Taxonomic identification was carried out according to floristic reports [17-22] and Internet resources [22, 23].

Microscopic studies were conducted using plant material which was fixed in a mixture of alcohol, glycerin, and water in a 1: 1: 1 ratio.

The anatomical preparations were made following the methods accepted in plant anatomy [24-26, 27, 28]. The slices were obtained using the HS3345 automatic microtome. Microphotographs of anatomical sections were taken on Escope trinocular microscope (Euromix, the Netherlands), High-speed Camera CMEX-5 Pro 5.1 Megapixels.

### Results and discussion

*Rheum tataricum* L. is a perennial ephemeroïd, the leaves are large, rounded, bumpy, with a heart-shaped base and three prominent veins. The flowers are creamy and small. The fruits are three-sided, heart-shaped, finely wrinkled, dark brown nuts with dark red-brown narrow wings. It blooms in April-May and bears fruit in May and early June. It is found in the following floristic areas: 6. Pre-Caspian, 6a. Bukeevsky, 7. Aktyubinsky, 7a. Mugodzharsky, 8. Embensky, 9. Torgayskoye, 10. West Hillock, 10a. Ulytau, 11. East small hillock, 11a. Buzachi, 13b. Mangystaus, 14. Priaralsky, 15. Kyzylorda, 16. Betpak-Dalinsky, 18. Balkhash-Alakol, 20. Kyzylkumsky, 21. Turkestan, 26. Chu-Ili Mountains, and 28. Karatau [29]. The terrain is flat. The climate of the study area is continental. The Karatal district is in a semi-desert climatic zone. Astana has a pronounced continental climate. There is a variety of landscapes in the area. The terrain is mostly flat, the soils are light chestnut, salty, sandy loamy.

The meteorological conditions of the Balkhash and Karatal districts during the rhubarb growing season are presented in Table 2. As follows from the data presented in Table 2, the climate of the Balkhash district is hotter and drier than that of the Karatal district.

**Table 2** – Basic meteorological parameters of the Balkhash and Karatal districts of the Almaty region over the growing season of *Rheum tataricum* L.

| Month     | Average maximum temperature, °C |         | Maximum temperature for the whole period, °C |         | Minimum temperature for the whole period, °C |         | Average precipitation, mm |         |
|-----------|---------------------------------|---------|--|---------|--|---------|---------------------------|---------|
|           | Balkhash                        | Karatal | Balkhash                                     | Karatal | Balkhash                                     | Karatal | Balkhash                  | Karatal |
| April     | 20.3                            | 14.7    | 37.0   | 34.2    | –  | -9.3    | 17.7                      | 19.1    |
| May       | 26.8                            | 22.9    | 39.3   | 34.8    | 0.9  | 3.8     | 17.5                      | 21.8    |
| June      | 31.9                            | 29.0    | 41.8   | 39.0    | 5.4  | –       | 14.5                      | 18.4    |
| July      | 33.6                            | 30.3    | 43.4   | 41.6    | 10.3   | 16.2    | 10.2                      | 17.0    |
| August    | 32.2                            | 29.2    | 42.0   | 41.6    | 8.1  | 16.1    | 7.5                       | 9.1     |
| September | 26.1                            | 22.7    | 39.4   | 37.8    | 1.3  | 7.2     | 5.6                       | 8.3     |

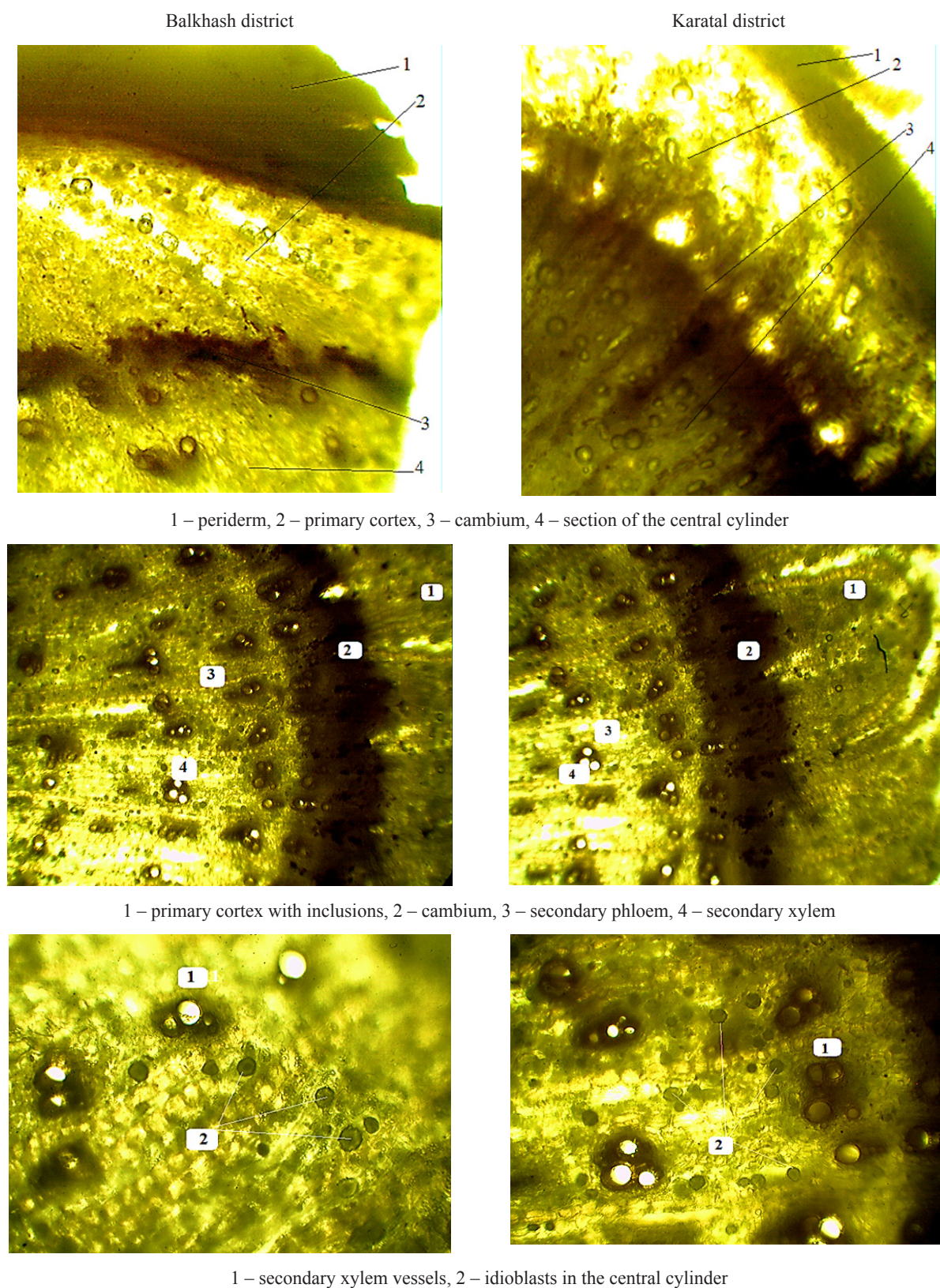
When viewing the transverse sections of the rhizomes of *Rheum tataricum* L. plants growing in the Balkhash and Karatal districts at 100 x magnification, peridermal layers (dark brown cells) were visible, forming rows of peripheral cells. The periderm consisted of three layers: phellem, phellogen, and phelloderm. Further along the periphery, parenchymal cells of the primary cortex were in a continuous layer consisting of several circles with numerous inclusions of idioblasts. The cells were rounded and small with slightly thickened walls, intercellular spaces were absent. The secondary phloem was represented by a continuous concentric cell layer next to the cambial layer. The secondary phloem consisted mainly of the axial and radial parenchyma; there were relatively few sieve-shaped tubes in it. The cambial layer was clearly visible and represented by tightly closed cells. The cambium bordered on the central cylinder. The secondary xylem was represented by radial chains of narrow- and wide-lumen small and medium-sized vessels converging to the center of the central cylinder. The area of xylem vessels averaged  $0.251 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ . The core parenchyma cells were in the center. In all samples, throughout the layer of the rhizome parenchyma there were numerous inclusions with anthracene derivatives. In addition, numerous idioblasts were visible closer to the central cylinder. In some cases, the vessels of the secondary xylem were arranged

in groups of three both in the Balkhash and Karatal rhizome samples.

A comparative analysis of *Rheum tataricum* L. samples from different ecopopulations revealed a looser structure of all rhizome tissues in samples from the Karatal district. Greater presence of intercellular spaces in the structure of the primary cortex and central cylinder was noted. Large intercellular spaces were randomly located in the parenchymal tissue (Figure 1). The samples from the Balkhash district had a more xeromorphic structure.

The morphometric data presented in Table 3 showed a thinner periderm layer in plants from the Balkhash district ( $0.280 \mu\text{m}$ ) compared with plants from the Karatal district ( $0.362 \mu\text{m}$ ).

The thickness of the primary cortex in plants of the Balkhash district was half that of plants from the Karatal district ( $7.960 \mu\text{m}$  and  $14.025 \mu\text{m}$ , respectively). The total area of xylem vessels in the rhizomes of plants collected in the Balkhash district ( $0.251 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ ) was also smaller than that of plants from the Karatal district ( $0.376 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ ). The opposite pattern was noted in the diameter of the central cylinder: in plants from the Balkhash district, the diameter of the central cylinder was larger than that in plants from the Karatal district ( $64.391 \mu\text{m}$  and  $59.467 \mu\text{m}$ , respectively). These differences appear to be associated with the ecological, geographical, and climatic conditions of *Rheum tataricum* L. populations.



**Figure 1** – Anatomical structure of rhizomes of *Rheum tataricum* L. plants from different ecopopulations sampled in the Almaty region (x70)

**Table 3** – Morphometric indicators of the anatomical structure of the rhizome of *Rheum tataricum* L. plants from different ecopopulations of the Almaty region.

| Study area    | Periderm thickness, $\mu\text{m}$ | Primary cortex thickness, $\mu\text{m}$ | Diameter of the central cylinder, $\mu\text{m}$ | Area of xylem vessels, $\times 10^{-3} \text{mm}^2$ |
|---------------|-----------------------------------|---|---|---|
| Balkhash      | 0.221                             | 10.368                                  | 64.391  | 0.149   |
|               | 0.227                             | 6.501                                   |   | 0.118   |
|               | 0.387                             | 5.661                                   |   | 0.426   |
|               | 0.331                             | 9.078                                   |   | 0.332   |
|               | 0.236                             | 8.185                                   |   | 0.229   |
| Average value | 0.280                             | 7.960                                   |   | 0.251   |
| Karatal'sky   | 0.292                             | 14.436                                  | 59.467  | 0.417   |
|               | 0.300                             | 15.017                                  |   | 0.407   |
|               | 0.457                             | 14.628                                  |   | 0.226   |
|               | 0.398                             | 12.123                                  |   | 0.515   |
|               | 0.361                             | 13.923                                  |   | 0.313   |
| Average value | 0.362                             | 14.025                                  |   | 0.376   |

### Conclusions

A comparative analysis of the features of anatomical and morphological structure of *Rheum tataricum* L. plants growing in the Balkhash and Karatal districts of the Almaty region was carried out, and differences due to the weather and climatic conditions of ecopopulations were revealed. Samples from the more arid Balkhash district had a more xeromorphic structure: the peridermal layer and primary cortex were thinner, a total area of xylem vessels was smaller, and the central cylinder was larger in diameter. Thus, the climatic factors of the region affect the morphophysiological characteristics of plants from different ecopopulations.

### Source of funding

The work was carried out within the framework of the program BR21882180 “Development of a program for the preservation and development of the resource base of promising plants of Kazakhstan for medicine and veterinary medicine in a changing climate.”

### Conflicts of interest

All authors have read and are familiar with the content of the article and do not have a conflict of interest.

### References

- Baitenov M. S. Flora of Kazakhstan // Almaty: Nauka. – 2001. – C. 64-67.
- Abdulina S.A. List of vascular plants of Kazakhstan. – M.: Almaty, 1999. – C. 38-39.
- Grudzinskaya L.M., Gemedzhieva N.G., Nelina N.V., Karzhaubekova Zh.Zh. Annotated list of medicinal plants of Kazakhstan: Reference publication / – Almaty, 2014, – P. 111-115.
- Red Book of Kazakhstan. – 2nd edition revised and supplemented. Volume 2: Plants (number of authors). – Astana, Art Print XXI LLP, – 2014. – P. 80-81.
- Kashkarova N.F. Tatar rhubarb in the Aral Sea region // Materials for the flora and vegetation of Kazakhstan. – Alma-Ata. – 1963. – P. 119-162.
- State Register of Medicinal Products of the Republic of Kazakhstan. – 2013 (List of medicinal products registered and approved for use and production by the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan). [Electronic resource]: adilet.zan.kz (IPS “Adilet”). [Last accessed]: adilet.zan.kz/docs/U950002655.
- Sakhanova S.K., Kuzdenbaeva R.S., Imambaev D.S., Ospanuly A. Method for obtaining oil extract of Tatar rhubarb root. The provisional patent number is 13308. IPC: A61K 35/78.
- Chumbalov T.K., Nurgalieva G.M. Carbohydrates *Rheum tataricum* L. // *Chemistry of natural compounds*, no 1 (1966): 284-285.
- Goncharova, S. B. Molecular phylogeny and taxonomy of flowering plants of the family *Crassulaceae* DC. *Molecular Biology* 43, no 5 (2009): 856-865.
- Sarker U., Oba S. Drought stress enhances nutritional and bioactive compounds, phenolic acids and antioxidant capacity of Amaranthus leafy vegetable, *BMC Plant Biology*, no 18(2018).
- Toderich K. N. et al. Differential impact of salinity stress on seeds minerals, storage proteins, fatty acids, and squalene composition of new quinoa genotype, grown in hyper-arid desert environments, *Frontiers in Plant Science*, no 11 (2020): 607102.
- Selmar D., Kleinwächter M. Stress enhances the synthesis of secondary plant products: the impact of stress-related over-reduction on the accumulation of natural products, *Plant and Cell Physiology* 6, no 54 (2013): 817-826.
- Chrysargyris A., Papakyriakou E., Petropoulos S.A., Tzortzakis N. The combined and single effect of salinity and copper stress on growth and quality of *Mentha spicata* plants. *J. Hazard. Mater*, no 368 (2019): 584-593.

14. Terletsкая N.V., Korbozova N.K., Kudrina N.O., Kobylina T.N., Kurmanbayeva M.S., Meduntseva N.D., Tolstikova T.G. The Influence of Abiotic Stress Factors on the Morphophysiological and Phytochemical Aspects of the Acclimation of the Plant *Rhodiola semenowii* Boriss, *Plants*, no 10 (2021): 1196.
15. Hoffmann, M. H. To the roots of *Carex*: Unexpected anatomical and functional diversity, *Syst. Bot*, no 44 (2019): 26-31.
16. Hoffmann, M.H., Gebauer, S., Lühmann, R. Root anatomy predicts ecological optima in *Carex* (Cyperaceae) in terms of Ellenberg indicator values, *Ecological Indicators*, no 129 (2021): 107979.
17. Flora of Kazakhstan / Ed. by N.V. Pavlova. – Alma-Ata: Publishing House of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR. – 1956–1966. – Vol. 1–9.
18. Illustrated field guide to plants of Kazakhstan. – Alma-Ata: Nauka, 1969. – Vol. 1. – P. 644; – 1972. – Vol. 2. – P. 572.
19. Field guide to plants of Central Asia. – Vol. 1–10. – Tashkent. 1968–1993.
20. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and neighboring states. – 1995. – P.990.
21. Baitenov M.S. Flora of Kazakhstan: Illustrated field guide of families and genera. Almaty, 1999. Vol. 1. – P. 400.
22. Plantarium: an open online atlas and field guide of plants and lichens of Russia and neighboring countries. 2007—2020. [Electronic resource]. URL: <http://www.plantarium.ru/>
23. Plants of the World Online (POWO). [Electronic resource]. URL: <http://powo.science.kew.org>
24. Permyakov A.I. Microtechnics. - M.: Moscow State University, 1988. – P. 11–29.
25. Prozina M.N. Botanical microtechnics. – Moscow: Moscow State University, 1960. – P. 260.
26. Barykina R.P., Veselova T.D., Devyatov A.G. Handbook of Botanical Microtechnics. – Moscow: Moscow State University, 2004. – P. 313.
27. Methods for determining the volumes of medicinal plant resources. – Moscow. – 1986. – P. 50.
28. Korchagin A.A. Species (floristic) composition of plant communities and methods of its study // Field geobotany. – Vol.3. – M.-L., 1964. – P. 39–60.
29. Flora of Kazakhstan. Vol.3. – Alma-Ata. – 1960. – P. 103-110.

#### **Авторлар туралы мәлімет:**

Терлецкая Нина Владимировна – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, генетика және физиология институтының, өсімдіктердің экологиялық физиологиясы зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [teni02@mail.ru](mailto:teni02@mail.ru))

Құрманбаева Меруерт Сәкенқызы (корреспондент-автор) – биология ғылымдарының докторы, биоәртүрлік және биоресурстар кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биология және биотехнология факультетінің деканы (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [Meruyert.Kurmanbayeva@kaznu.edu.kz](mailto:Meruyert.Kurmanbayeva@kaznu.edu.kz))

Гемеджиева Надежда Геннадиевна – биология ғылымдарының докторы, ботаника және фитointродукция институтының өсімдік ресурстары зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [ngemed58@mail.ru](mailto:ngemed58@mail.ru))

Қаржаубекова Жанна Жұмабекқызы – химия ғылымдарының кандидаты, ботаника және фитointродукция институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [zhanna1322@mail.ru](mailto:zhanna1322@mail.ru))

Кудрина Наталья Олеговна – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биоалуантүрлік және биоресурстар кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: [Natalya.kudrina@kaznu.edu.kz](mailto:Natalya.kudrina@kaznu.edu.kz))

Ербай Малика – генетика және физиология институтының өсімдіктердің экологиялық физиологиясы зертханасының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: [teni02@mail.ru](mailto:teni02@mail.ru))

Күсмангазинов Әділ Болатұлы – PhD, биология және биотехнология факультетінің биоәртүрлік және биоресурстар кафедрасының әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, Электрондық пошта: [adil\\_06.1996@mail.ru](mailto:adil_06.1996@mail.ru))

Қарабалаева Дина – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биология және биотехнология факультетінің биоалуантүрлік және биоресурстар кафедрасының PhD студенті, оқытушысы (Алматы, Қазақстан, Электрондық пошта: [dina/karabalaeva@kaznu.kz](mailto:dina/karabalaeva@kaznu.kz))

#### **Information about authors:**

Terletsкая Nina Vladimirovna – Cand. Biological Sc., Associate Professor, Head of the Laboratory of Environmental Plant Physiology at the Institute of Genetics and Physiology (Almaty, Kazakhstan, e-mail: [teni02@mail.ru](mailto:teni02@mail.ru))

Kurmanbayeva Meruert Sakenova (corresponding author) – Doctor of Biology, Professor at the Department of Biodiversity and Bioresources, Dean of the Faculty of Biology and Biotechnology at al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: [Meruyert.Kurmanbayeva@kaznu.edu.kz](mailto:Meruyert.Kurmanbayeva@kaznu.edu.kz))

Gemedzheva Nadezhda Gennadiyevna – Doctor of Biology, Head of Laboratory of Plant Resources of the Institute of Botany and Phytointroduction (Almaty, Kazakhstan, email: [ngemed58@mail.ru](mailto:ngemed58@mail.ru))

Karzhubekova Zhanna Zhumabekovna – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher at the Institute of Botany and Phytointroduction (Almaty, Kazakhstan, email: [zhanna1322@mail.ru](mailto:zhanna1322@mail.ru))

Kudrina Natalya Olegovna – Senior Lecturer at the Department of Biodiversity and Bioresources, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: [Natalya.kudrina@kaznu.edu.kz](mailto:Natalya.kudrina@kaznu.edu.kz))

Erbay Malika – researcher at the Laboratory of Environmental Plant Physiology at the Institute of Genetics and Physiology (Almaty, Kazakhstan, e-mail: [teni02@mail.ru](mailto:teni02@mail.ru))

Kusmangazinov Adil Bolatovich – PhD in Geobotany, assistant professor at the Department of Biodiversity and Bioresources, Faculty of Biology and Biotechnology at al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: [adil\\_06.1996@mail.ru](mailto:adil_06.1996@mail.ru))

Karabalaeva Dina – PhD student, lecturer at the at the Department of Biodiversity and Bioresources, Faculty of Biology and Biotechnology at al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, email: [dina/karabalaeva@kaznu.kz](mailto:dina/karabalaeva@kaznu.kz))

Received: January 24, 2024

Accepted: June 16, 2024

## **REVIEW ARTICLE**

**Abdul Bari Hejran<sup>1\*</sup>** , **Atiqullah Sarwari<sup>1</sup>** , **Mohammad Hassan Hassand<sup>2</sup>** ,  
**Abdul Wahid Monib<sup>2</sup>** , **Parwiz Niazi<sup>2</sup>** , **Abdul Qadeer Baseer<sup>2</sup>** ,  
**Sayedwali Sediqi<sup>3</sup>** , **Uzair Mohammad Kakar<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Helmand University, Helmand, Afghanistan

<sup>2</sup>Kandahar University, Kandahar, Afghanistan

<sup>3</sup>Urozgan Institute of Higher Education, Urozgan, Afghanistan

<sup>4</sup>Logar University, Logar, Afghanistan

\*e-mail: abdulbari.hejran94@gmail.com

## EFFECTS OF ANTIVIRAL THERAPEUTIC DRUGS FOR SARS-COV-2 ON TREATMENT OUTCOMES AND CLINICAL PARAMETERS

The emergence of SARS-CoV-2, the virus responsible for the COVID-19 pandemic, has prompted extensive research into antiviral therapeutic interventions aimed at improving treatment outcomes and clinical parameters. It provides a concise overview of the research conducted in this field, focusing on the impact and significance of various antiviral drugs. By analyzing key studies and trials, it aims to elucidate the efficacy and safety profiles of drugs such as remdesivir, favipiravir, molnupiravir, and Paxlovid in managing COVID-19. The scientific and practical significance of this research lies in its contribution to understanding the role of antiviral drugs in combating SARS-CoV-2 infection. This knowledge is crucial for optimizing treatment strategies and improving patient outcomes during the ongoing pandemic. Methodologically, this research involves reviewing and synthesizing data from reputable studies published in peer-reviewed journals. Key outcomes and clinical parameters assessed include viral clearance, mortality rates, hospitalization duration, and adverse effects associated with antiviral drug administration. The main results and analysis highlight the varying impacts of different antiviral drugs on SARS-CoV-2 treatment outcomes. For instance, remdesivir shows promise in reducing recovery time and mortality, while favipiravir demonstrates enhanced viral clearance but may cause transient liver enzyme elevations. In conclusion, this research underscores the value of antiviral therapeutic drugs in mitigating SARS-CoV-2 infection. The findings contribute to the evolving understanding of COVID-19 treatment strategies and offer insights into optimizing clinical care protocols. The practical significance of these results lies in informing healthcare professionals and policymakers about effective therapeutic options for managing COVID-19 cases, ultimately improving patient care and outcomes. This abstract encapsulates the essential aspects of research on antiviral drugs for SARS-CoV-2, emphasizing its scientific, practical, and methodological significance in advancing our response to the global pandemic.

**Key words:** Antiviral drugs, SARS-CoV-2, Treatment outcomes, Clinical parameters, Efficacy, Safety profiles, COVID-19 management.

А. Хеджран<sup>1\*</sup>, А. Сарвари<sup>1</sup>, М. Хасанд<sup>2</sup>, А. Мониб<sup>2</sup>,  
П. Ниязи<sup>2</sup>, А. Басир<sup>2</sup>, С. Седики<sup>3</sup>, У. Кака<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Гильменд университеті, Гильменд қ., Ауғанстан

<sup>2</sup>Кандагар университеті, Кандагар қ., Ауғанстан

<sup>3</sup>Урозган жоғары білім институты, Урозғанк., Ауғанстан

<sup>4</sup>Логар университеті, Логар қ., Ауғанстан

\*e-mail: abdulbari.hejran94@gmail.com

## SARS-COV-2 вирустық емдік дәрілерінің емдеу нәтижелері және клиникалық параметрлерге әсері

SARS-CoV-2, COVID-19 пандемиясына жауапты вирустың пайда болуы емдеу нәтижелері мен клиникалық параметрлерді жақсартуға бағытталған вирусқа қарсы терапевтік араласуларға кең ауқымды зерттеулер жүргізуге түрткі болды. Ол әртүрлі вирусқа қарсы препараттардың әсері мен маңызына тоқталып, осы салада жүргізілген зерттеулерге қысқаша шолу жасайды. Негізгі зерттеулер мен сынақтарды талдау арқылы ол ремдесивир, фавипиравир, молнупиравир және Паксловид сияқты препараттардың COVID-19-мен күресудегі тиімділігі мен қауіпсіздік профилін анықтауға бағытталған. Бұл зерттеудің ғылыми және практикалық маңыздылығы оның SARS-



CoV-2 инфекциясымен күресудегі вирусқа қарсы препараттардың рөлін түсінуге қосқан үлесі болып табылады. Бұл білім емдеу стратегияларын оңтайландыру және жалғасып жатқан пандемия кезінде пациенттердің нәтижелерін жақсарту үшін өте маңызды. Әдістемелік тұрғыдан бұл зерттеу рецензияланатын журналдарда жарияланған беделді зерттеулердің деректерін қарауды және синтездеуді қамтиды. Бағаланған негізгі нәтижелер мен клиникалық параметрлерге вирустық клиренс, өлім-жітім көрсеткіштері, ауруханаға жатқызу ұзақтығы және вирусқа қарсы препараттарды енгізумен байланысты жағымсыз әсерлер жатады. Негізгі нәтижелер мен талдаулар әртүрлі вирусқа қарсы препараттардың SARS-CoV-2 емдеу нәтижелеріне әртүрлі әсерлерін көрсетеді. Мысалы, ремдесивир қалпына келтіру уақыты мен өлімді азайтуға уәде береді, ал фавипиравир вирустық клиренстің жоғарылауын көрсетеді, бірақ бауыр ферменттерінің уақытша жоғарылауын тудыруы мүмкін. Қорытындылай келе, бұл зерттеу SARS-CoV-2 инфекциясын жеңілдетудегі вирусқа қарсы емдік препараттардың құндылығын көрсетеді. Нәтижелер COVID-19 емдеу стратегияларының дамып келе жатқан түсінігіне ықпал етеді және клиникалық күтім хаттамаларын оңтайландыру туралы түсінік береді. Бұл нәтижелердің практикалық маңыздылығы денсаулық сақтау мамандары мен саясаткерлерді COVID-19 жағдайларын басқарудың тиімді терапевтік нұсқалары туралы ақпараттандыруда, нәтижесінде пациенттерге күтім көрсету мен оның нәтижелерін жақсартуда жатыр. Бұл реферат SARS-CoV-2 вирусына қарсы препараттарды зерттеудің маңызды аспектілерін қамтиды, оның жаһандық пандемияға қарсы әрекетімізді ілгерілетудегі ғылыми, практикалық және әдістемелік маңыздылығына баса назар аударады.

**Түйін сөздер:** Вирусқа қарсы препараттар, SARS-CoV-2, Емдеу нәтижелері, Клиникалық параметрлер, Тиімділік, Қауіпсіздік профильдері, COVID-19 басқару.

Абдул Бари Хеджран<sup>1\*</sup>, Атикулла Сарвари<sup>1</sup>, Мохаммад Хасан Хасанд<sup>2</sup>,  
Абдул Вахид Мониб<sup>2</sup>, Парвиз Ниязи<sup>2</sup>, Абдул Кадир Басер<sup>2</sup>,  
Сайедвали Седики<sup>3</sup>, Узаир Мохаммад Какар<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Университет Гильменда, г. Гильменд, Афганистан

<sup>2</sup>Кандагарский университет, г. Кандагар, Афганистан

<sup>3</sup>Урозганский институт высшего образования, г. Урозган, Афганистан

<sup>4</sup>Логар Университет, г. Логар, Афганистан

\*e-mail: abdulbari.hejran94@gmail.com

### **Влияние противовирусных терапевтических препаратов при SARS-CoV-2 на результаты лечения и клинические параметры**

Появление SARS-CoV-2, вируса, ответственного за пандемию COVID-19, побудило к обширным исследованиям противовирусных терапевтических мер, направленных на улучшение результатов лечения и клинических параметров. В нем представлен краткий обзор исследований, проведенных в этой области, с упором на влияние и значение различных противовирусных препаратов. Анализируя ключевые исследования и испытания, он стремится выявить профили эффективности и безопасности таких препаратов, как ремдесивир, фавипиравир, молнупиравир и паксловид, при лечении COVID-19. Научная и практическая значимость данного исследования заключается в его вкладе в понимание роли противовирусных препаратов в борьбе с инфекцией SARS-CoV-2. Эти знания имеют решающее значение для оптимизации стратегий лечения и улучшения результатов лечения пациентов во время продолжающейся пандемии. Методологически это исследование включает в себя обзор и синтез данных авторитетных исследований, опубликованных в рецензируемых журналах. Ключевые исходы и оцениваемые клинические параметры включают клиренс вируса, уровень смертности, продолжительность госпитализации и побочные эффекты, связанные с применением противовирусных препаратов. Основные результаты и анализ подчеркивают различное влияние различных противовирусных препаратов на результаты лечения SARS-CoV-2. Например, ремдесивир обещает сократить время выздоровления и смертность, тогда как фавипиравир демонстрирует улучшенный клиренс вируса, но может вызывать преходящее повышение уровня ферментов печени. В заключение, это исследование подчеркивает ценность противовирусных терапевтических препаратов в смягчении инфекции SARS-CoV-2. Полученные результаты способствуют развитию понимания стратегий лечения COVID-19 и дают представление об оптимизации протоколов клинической помощи. Практическая значимость этих результатов заключается в информировании медицинских работников и политиков об эффективных терапевтических вариантах лечения случаев COVID-19, что в итоге улучшает уход за пациентами и результаты. В этом реферате отражены основные аспекты исследований противовирусных препаратов против SARS-CoV-2, подчеркнута их научная, практическая и методологическая значимость для продвижения наших мер реагирования на глобальную пандемию.

**Ключевые слова:** противовирусные препараты, SARS-CoV-2, результаты лечения, клинические параметры, эффективность, профили безопасности, ведение COVID-19.

## Introduction

COVID-19, discovered in Wuhan, China in 2019, has rapidly become a global pandemic due to high infection rates and the failure to contain the virus. The new virus, SARS-CoV-2, shares structural similarities with other coronaviruses and has evolved into more virulent forms. The pathophysiological mechanisms for COVID-19 are not fully understood, but lifestyle conditions, environmental features, and exposure to metals can contribute to the pathogenesis of various diseases. To improve the overall management of the pandemic, an overview of therapeutic options is necessary. Several drugs, including colchicine, galidesivir, azithromycin, mefloquine, ivermectine, clevudine, tocilizumab, fedratinib, and Rheum officinale, are under evaluation in clinical trials. Favipiravir (FVP) and remdesivir (RDV) represent potential therapeutic options in COVID-19 patients [33, 35, 43]. The coronavirus disease of 2019 (COVID-19) pandemic represents a historic global event, reshaping societies worldwide in ways not witnessed since the 1918 influenza (H1N1 virus) outbreak in Spain. Originating in Wuhan, China, the current pandemic has swiftly spread across 219 countries and territories, underscoring the urgent need for effective interventions against the causative agent, severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) [23]. The COVID-19 pandemic has led to increased deaths and global health crisis, necessitating immediate implementation of antiviral therapies and the development of oral antiviral pharmaceuticals to reduce healthcare burden [38]. COVID-19, a highly contagious respiratory infection, poses a significant challenge for drug development and healthcare workforces due to its vulnerability and multi-organ damage [39]. Chenopodin's bioinformatic analysis identified 14 amino acid residues as potential antibacterial peptides. Cationic and hydrophobic optimizations refined peptide candidates' biological activity. Computer-designed peptides showed high antibacterial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria and viruses [15]. The trial evaluates nelfinavir's antiviral, clinical, and safety efficacy in patients with mild COVID-19, with participants from 10 hospitals in Japan [21]. SARS-CoV-2, a large single-stranded RNA virus,

primarily targets the respiratory tract but also affects various other organs and systems, posing significant challenges to healthcare systems globally. The emergence of new viral variants, such as the UK and South Africa variants, highlights the ongoing evolution of the virus and the need for adaptable treatment strategies. Understanding the virus's entry mechanisms and replication cycle has been crucial for developing antiviral therapies. Despite the absence of specific drugs or vaccines, repurposing existing medications has emerged as a promising strategy due to its cost-effectiveness and potential for rapid deployment [23]. Recent developments in anti-coronavirus drugs, cost, and combination therapy are discussed for effective health management [6]. COVID-19, a severe virus, affects 200 million people globally. Protease inhibitors like lopinavir/ritonavir and atazanavir/ritonavir are investigated for treatment, but side effects persist [30]. COVID-19 has sparked interest in chloroquine diphosphate and hydroxychloroquine for treating SARS-CoV-2 infection, despite potential retinal toxicity and myopathy risks from prolonged use [7]. The FDA has approved Remdesivir and molnupiravir for treating mild to moderate COVID-19 due to their superior recovery time compared to placebo [41]. Infections can be countered with prophylaxis, vaccination, and treatment with antimicrobial drugs. Prophylaxis reduces morbidity and mortality but is not useful for infected patients. Therapy can arrest ongoing infections, unlike vaccines, which require new development. COVID-19 hit the drug world unprepared [8]. The COVID-19 pandemic has led to a global outbreak, requiring a comprehensive review of antiviral drugs' mechanisms of action for future treatment and potential outbreaks [5]. Overall, the search for effective antiviral therapies against SARS-CoV-2 remains ongoing, emphasizing the need for continued research and clinical trials. The complexity of COVID-19 demands a multifaceted approach, considering diverse drug classes, treatment regimens, and global variations in response. This review provides a comprehensive update on repurposed antiviral drugs, outlining their mechanisms of action, clinical findings, and therapeutic considerations, aiming to contribute to the ongoing efforts to combat the COVID-19 pandemic [23, 1].

**Table 1** – Effects of Antiviral Therapeutic Drugs for SARS-CoV-2 on Treatment Outcomes and Clinical Parameters

| Drug Name    | Study/Source                           | Treatment Outcomes                           | Clinical Parameters                             |
|--------------|--|--|---|
| Remdesivir   | Beigel et al., NEJM 2020               | - Reduced time to recovery                   | - Decreased viral load                          |
|              |  | - Lower mortality rate                       | - Improved oxygenation                          |
|              |  | - Shortened duration of hospitalization      | - No significant impact on overall inflammation |
| Favipiravir  | Cai et al., Lancet 2020                | - Faster viral clearance                     | - Increased liver enzyme levels (transient)     |
|              |  | - Improved clinical recovery                 | - No significant QTc prolongation               |
|              |  | - Reduced progression to severe disease      |   |
| Molnupiravir | Mahmud et al., JAMA 2021               | - Lowered risk of hospitalization and death  | - Mild gastrointestinal symptoms                |
|              |  | - Reduced viral shedding                     | - No significant effects on QT interval         |
| Paxlovid     | Jayk et al., N Engl J Med 2022         | - Reduced risk of hospitalization or death   | - Mild adverse events (e.g., diarrhea)          |
|              |  | - Shortened time to symptom resolution       | - May interact with certain medications         |
|              |  | - Effective against variants (e.g., Omicron) |   |
| Molnupiravir | Fischer et al., Lancet Infect Dis 2021 | - Shortened time to viral clearance          | - Mild adverse effects (e.g., nausea)           |
|              |  | - Lowered risk of severe outcomes            | - No significant impact on liver enzymes        |

### Ongoing Clinical Trials of Candidate Drugs against SARS-CoV-2

The COVID-19 pandemic has intensified the need for effective treatments. Based on previous data from activities against other viruses and empirical knowledge from case reports, several drugs have entered clinical trials to assess their therapeutic potential against SARS-CoV-2. Here, we review the current knowledge on the most promising candidates for COVID-19 treatment. Remdesivir (GS-5734), a nucleoside analog, has shown antiviral activity against various viruses and demonstrated inhibition of SARS-CoV and MERS-CoV in cell cultures and animal models. Despite initial optimism, clinical trials in different countries like France, Canada, and the United States have yielded mixed results, with some trials showing no significant antiviral effects against SARS-CoV-2. Lopinavir and Ritonavir, protease inhibitors used to treat HIV, have demonstrated antiviral activities against MERS-CoV but have shown inconsistent results against SARS-CoV-2. Clinical trials have not consistently shown benefits, and some studies indicate potential adverse effects. Interferons (IFN-I), cytokines important for antiviral immunity, have been used

in clinical trials. While IFN- $\beta$  shows potent antiviral effects in vitro and in animal models, clinical trials in SARS and COVID-19 patients have not consistently demonstrated significant improvements in outcomes. Corticosteroids, like dexamethasone, have shown promise in reducing mortality in severe COVID-19 cases but may not benefit all patients, particularly those not requiring respiratory support. Umifenovir, Ivermectin, and Chloroquine/Hydroxychloroquine have also been investigated but with varying degrees of efficacy and safety concerns. Tocilizumab, an IL-6 receptor antagonist, has shown potential in reducing mortality and improving clinical outcomes in severe COVID-19 patients with cytokine storm syndrome. Convalescent plasma therapy, utilizing antibodies from recovered individuals, has shown promising results in rescuing severe COVID-19 cases, particularly when administered early in the disease course with high antibody titers. Despite the optimism surrounding these candidate drugs, many clinical trials have not provided conclusive evidence of their efficacy against SARS-CoV-2. Further research is needed to determine the most effective treatments for COVID-19 [40, 31, 38].

Table 2 – Repurposed Drugs Used Against SARS-CoV-2 [23, 3]

| Drugs     | Group                  | Mechanism of Action                                      | Targeted Virus/Disease Indication   | Molecular Target                                       | Possible Correlation for COVID-19 Treatment   | No. of Clinical Trials Registered | Strengths  | Limitations   |
|-----------|------------------------|--|---|--|---|-----------------------------------|--|---|
| CQ or HCQ | Antiparasitic          | Antiviral effect, immunomodulation                       | Plasmodium sp., arthritis, CoV-OC43, enterovirus 71, zika virus   | Altering endosomal pH                                  | Activity against SARS-CoV-2 and immunomodulatory effect                                   | 88 and 267                        | Have shown activity against earlier CoV outbreak   | Causes QTc prolongation, torsades de pointes, ventricular arrhythmia, and cardiac deaths                                      |
| LPV/RTV   | HIV protease inhibitor | Viral protease inhibition                                | HIV, SARS-CoV, MERS-CoV   | Viral protease inhibition                              | Binding to Mpro protein of SARS-CoV-2   | 90                                | Have shown activity against earlier CoV outbreak   | No efficacy in multiple clinical trials including large-scale trials, known to cause QTc prolongation and torsades de pointes |
| RDV       | Nucleoside analogue    | Viral RNA synthesis termination                          | Ebola, SARS-CoV, MERS-CoV, yellow fever virus, dengue virus type 2, influenza A, parainfluenza 3, and various delta CoVs  | Adenosine analogue competes with dATP in RNA synthesis | Viral replication inhibition  | 78                                | Recently discovered drug active against multiple viruses including delta CoVs, SARS, and MERS CoVs, shown efficacy in recent clinical trials | Questionable safety on long-term effect, showed no efficacy in large-scale trials, known to cause acute hepatotoxic effect    |
| FPV       | Nucleoside analogue    | Viral RNA synthesis inhibition                           | Influenza A and B viruses, arenavirus, bunyavirus, flavivirus, filoviruses, and ebola virus   | Guanosine analogue competes with dGTP in RNA synthesis | Viral replication inhibition  | 45                                | Active against many viruses, shown in vitro activity against SARS-CoV-2  | Variation in FPV plasma concentration between US and Japanese populations, adverse effects on the fetus                       |
| RBV       | Nucleoside analogue    | Viral RNA synthesis inhibition                           | Hepatitis C virus, canine distemper virus, enterovirus 71, chikungunya virus, semliki forest virus, orthopoxvirus, influenza virus, flavivirus, paramyxoviruses | Guanosine analogue competes with dGTP in RNA synthesis | Viral replication inhibition  | 15                                | Shows efficacy against MERS-CoV in animal models and used in earlier CoV outbreak  | Majorly used in combination with other drugs, not effective against reducing mortality, shown to cause hemolytic anemia       |
| AZM       | Antibiotic             | Bacterial protein synthesis inhibition, Antiviral effect | Bacteria, influenza virus, dengue virus, zika virus, ebola virus  | Altering endosomal pH                                  | Activity against SARS-CoV-2, immunomodulatory effect, interference with viral replication | 122                               | Active against many viruses, shown in vitro activity against SARS-CoV-2  | Majorly used in combination with other drugs, adverse events, no efficacy in large-scale trials                               |

### The clinical consequences of SARS-CoV-2

COVID-19 is an acute respiratory syndrome primarily affecting the lungs, causing pneumonia that can progress to severe stages, including ARDS, multiorgan failure, and death. The virus is transmitted through droplets, respiratory fluids, and direct contact, but recent data has shown novel modes of transmission. Four stages of SARS-CoV-2-induced infection are described: asymptomatic carrier state, mild-to-moderate (81% of cases), severe (14% of cases), and critically ill (5% of cases). Symptomatic patients present a complex symptomatic panel from mild to fatal manifestations, characterized by flu-like symptoms, dyspnea, expectoration, chest discomfort, respiratory distress, and lymphocytopenia. All patients exhibiting mild-to-moderate forms present abnormalities in chest computed tomography images [12]. Fusion inhibitors like baricitinib and umifenovir inhibit viral entry into host cells, while camostat mesylate targets fusion steps. Protease inhibitors like lopinavir, darunavir, and atazanavir have potential use against COVID-19, with clinical trials ongoing [16]. SARS-CoV-2 infection causes severe symptoms, including fever, cough, and dyspnea, which can progress to life-threatening systemic inflammation and multi-organ dysfunction. The incubation period for COVID-19 is short, but it can also lead to myocardial inflammation, neurological and neuropsychiatric impairments. Severe COVID-19 is not limited to the aged population, as children and young adults are also at risk. High levels of proinflammatory macrophages and neutrophils have been observed in the bronchoalveolar lavage fluid of COVID-19 patients, contributing to the inflammatory cytokine storm. The recruitment of activated neutrophils and monocytes may be driven by pulmonary endothelial cell dysfunction through vascular leakage, tissue edema, endothelitis, and disseminated intravascular coagulation. Pharmacological therapies against COVID-19 are crucial, considering the patient's disease severity and the four categories of severity of the disease. Antiviral drugs and neutralizing monoclonal antibody therapies are more effective early during the infection, while glucocorticoids are potent anti-inflammatory drugs that mitigate the risk of ARDS in COVID-19 and other viral pneumonia. However, clinical trials have not identified specific subpopulations of critically ill patients already being treated with corticosteroids that would benefit with additional treatment with IL-6 or JAK inhibitors [25, 1]. Effectiveness and safety of five antivirals, remdesivir, ribavirin, favipiravir, umifenovir, and lopinavir/ritonavir, in treating SARS-CoV-2

patients. Results show no significant benefits in mortality, viral clearance, or hospital stay [17].

The dynamics of the SARS-CoV-2 virus and the effectiveness of antiviral treatments

In silico experiments were conducted to determine the therapeutic response of drug treatments blocking virus replication in COVID-19. Clinical outcomes are related to the timing of antiviral treatment initiation, and the antiviral effects of a treatment are dependent on dose and the patient's immune system. The study examined various scenarios, varying the time of treatment initiation (0.5 or 5 days from symptom onset) and the inhibition rate (99% or 50%). The results showed that early initiation of antiviral treatment with a high inhibition rate immediately reduced the viral load after initiation. However, if the inhibition rate was low (i.e., 50%), the viral load kept increasing, and the viral load decay rate after the peak was slower or equivalent to that without treatment. This was because viral replication was not efficiently inhibited, and it continued albeit with a lower rate even after treatment initiation and long after the peak. Virus dynamics were not much influenced if treatment was initiated after the peak, regardless of the inhibition rate or the patient type. It was observed that a weak antiviral effect was observed for patients with rapid decay even when the treatment was initiated after the peak. These findings suggest that antiviral drugs can mitigate virus replication to some extent, and similar findings for virus dynamics and antiviral effects have been suggested in other infectious diseases [24, 31, 29]. Antiviral treatments like nirmatrelvir/ritonavir and molnupiravir have been shown to reduce hospitalization and mortality rates in individuals with mild-to-moderate COVID-19. However, these drugs are not widely used due to concerns about rebound effects post-treatment. The FDA approved nirmatrelvir/ritonavir for treating mild-to-moderate COVID-19 in high-risk adults aged  $\geq 18$  years in May 2023, but no consistent link was found between treatments and rebound [42]. COVID-19's heightened inflammatory response necessitates anti-inflammatory/immunomodulator drugs like corticosteroids, dexamethasone, and mucormycosis. Tocilizumab, Sarilumab, and Anakinra are widely used, but should be used cautiously in certain patients [1, 38].

### Discussion

The COVID-19 pandemic has accelerated drug discovery, with several antivirals approved in less than two years. Public sector funding, collaborations,

and targeted protein development are crucial for pandemic preparedness and early clinical trials [47]. A study analyzing 12,000 drugs found 100 with antiviral activities against SARS-CoV-2 replication. 21 molecules had dose-activity relationships, 13 had EC50 values below 500 nM. Safety data suggests sufficient activity during therapy [38]. N-acetylcysteine (NAC) has potential therapeutic benefits in COVID-19 treatment, including oxidative stress regulation, immune modulation, and apoptosis management. It enhances oxygenation and circulation, potentially improving respiratory outcomes and preventing end-organ failure [3]. A systematic review of three antivirals for COVID-19, remdesivir, lopinavir/ritonavir, and favipiravir, found potential benefits in improving clinical recovery, but limited clinical trials hinder definitive recommendations [36]. Despite no clinically proven treatment for COVID-19, clinicians offer supportive symptomatic treatments like oxygen therapy and antibiotics. Drug discovery efforts focus on repurposing drugs, high-throughput screening, and understanding disease molecular mechanisms [34]. Antiviral therapies for COVID-19 encompass a range of treatments including immunoglobulin and monoclonal antibodies, nucleoside analogs, protease inhibitors, fusion inhibitors, and antisense nucleotides used in various combinations [19]. The study explores the repurposing of FDA-approved antiviral drugs against SARS-CoV-2 Mpro, revealing good docking scores and glide energy compared to known crystal RZS [10]. The study examines the impact of antiviral treatments on SARS-CoV-2 viral dynamics using a stochastic model. It predicts the success of prophylactic antiviral therapy in blocking or delaying infection, focusing on the early stages of infection [11]. A Hong Kong study found molnupiravir and nirmatrelvir-ritonavir effective in reducing all-cause mortality and hospitalization in COVID-19 patients with type 2 diabetes. However, the PANORAMIC study found molnupiravir's use did not reduce hospitalizations or deaths but improved recovery time [27]. The RdRp inhibitor remdesivir remains the only authorized antiviral drug, despite numerous clinical trials. Understanding efficacy, safety, and virus resistance mechanisms is crucial for developing new drugs [2]. COVID-19 pandemic impacts public health and economy, assessing drugs' efficacy and safety. Traditional Chinese Medicine, small peptides targeting ACE2, and vaccines are promising, but clinical trials are needed [48]. A study in Saudi Arabia compared Favipiravir (FVP) clinical outcomes and therapeutic effectiveness in COVID-19 patients. Results showed

improved cough symptoms and lower CRP values in patients receiving FVP therapy compared to the control group [32]. Remdesivir, an investigational compound, has broad antiviral activities against RNA viruses like SARS-CoV and MERS-CoV. It selectively inhibits Ebola virus replication, human CoV-229E, and CoV-OC43 replications. It has potential for SARS-CoV-2 infection [44]. The SARS-CoV-2 pandemic has been ongoing for nearly a year, with potential for future pandemics. Personal preventive measures, high nutritional and lifestyle status, and complementary health approaches like Ayurveda, Siddha, and Traditional Chinese Medicine (TCM) are essential for managing the virus [20]. Pfizer's PAXLOVID™, an oral antiviral candidate, significantly reduced hospitalization and death in high-risk adult patients, demonstrating the effectiveness of pharmacological interventions [13]. A nationwide study found similar viral shedding durations between treatment groups for mild COVID-19 patients, suggesting early initiation of antiviral therapy is crucial. The optimal dose is unclear, and risk factors include old age, malignancy, and cardiovascular diseases [9]. Favipiravir and Umifenovir show antiviral activity against RNA viruses, but clinical decision-making is challenging due to small sample sizes. COVID-19 presents a challenge for medical scientists [26]. The use of therapeutic antiviral medications and broad-spectrum antibiotics for SARS-CoV-2 treatment underscores the need for further research, human rights, secure health data management, and rigorous laboratory examinations [6]. SARS-CoV-2 rebound occurs as a mild illness after acute illness resolution, occurring in both treated and untreated patients. It's not associated with nirmatrelvir/ritonavir treatment. Rebound rates are higher in antiviral treatment patients [42]. Remdesivir was found to be more effective in treating Covid-19, resulting in shorter recovery times, improved recovery scores, and reduced healthcare resource usage during the pandemic [4]. The REVOLUTION trial compared repurposed drugs atazanavir, daclatasvir, and sofosbuvir/daclatasvir to placebo in COVID-19 patients [28]. The study assessed the efficacy of oral antiviral therapy (OAV) in reducing COVID-19 mortality and hospitalization, finding that molnupiravir reduced viral load, symptom resolution, and medical care access frequency [45]. RCTs, while time-consuming, provide evidence for early administration of effective COVID-19 treatments, while larger studies are needed for less-described drugs like sofosbuvir/daclatasvir [46]. A study comparing remdesivir (RDV) and mAB combination

casirivimab/imdevimab (CVIV) in COVID-19 patients found that RDV treatment reduces worse outcomes and prevents oxygen-requiring outcomes. Early RDV treatment can help high-risk patients [22]. Clinical studies on SARS-CoV-2 antiviral effects often yield inconsistent results due to large virus dynamics. Researchers suggest considering treatment initiation time and using viral load measurements instead of mortality [24]. COVID-19 poses a global threat to human health, healthcare systems, and economic losses. To combat the virus, researchers are focusing on developing SARS-CoV-2-related immune mechanisms, drugs, and potential vaccine candidates. Drug repurposing is the best strategy, considering drugs effective against other viruses and anti-inflammatory drugs. Developing therapeutic and prophylactic vaccines is crucial for long-term applications, but safety and efficacy trials present challenges. Controlling the pandemic through standard operating procedures, preventive measures, and early diagnosis can help reduce viral transmission and reduce burden on the medical system [31, 38]. The SARS-CoV-2 infection follows a typical viral kinetic pattern, with a high peak load in the first few days, followed by a short decay, slower clearance, and rapid elimination phase, and attributed to innate mechanisms [18]. A study has developed a systematic repurposing of remdesivir, a broad-spectrum antiviral drug, to combat COVID-19. Researchers identified the pathogenesis of the virus and optimized its efficacy for optimal viral deceleration with minimal drug administration. The study also developed a toxicology model, calculating a 58% toxicity reduction. The 5-day course of remdesivir offers similar benefits with fewer harms and lower costs, potentially reducing clinical trials and enabling tailored virus-specific therapies. This approach could significantly improve quality of life [14].

### Conclusion

Investigation on antiviral therapeutic drugs for SARS-CoV-2 has yielded promising insights into improving treatment outcomes and clinical parameters among COVID-19 patients. Studies have demonstrated the efficacy of certain antiviral medications, such as remdesivir and molnupiravir,

in reducing viral load, shortening symptom duration, and lowering mortality rates. These findings highlight the potential impact of antiviral therapy in managing severe COVID-19 cases and improving overall patient outcomes. Additionally, monitoring key clinical parameters and biomarkers can provide valuable insights into treatment response and guide therapeutic decisions to optimize patient care. Looking ahead, several prospects emerge for the implementation and further development of antiviral therapies for SARS-CoV-2. Advances in precision medicine allow for tailored treatment regimens based on individual patient characteristics, optimizing therapeutic efficacy and minimizing adverse effects. Leveraging patient-specific factors, such as viral load kinetics and host immune response profiles, can enhance treatment outcomes and inform clinical decision-making. Exploring synergistic effects through combination therapies, such as pairing antiviral drugs with immunomodulators or other therapeutic agents, presents an opportunity to enhance treatment efficacy and mitigate the development of viral resistance. Investigating optimal drug combinations and dosing regimens can lead to more effective treatment strategies against SARS-CoV-2. Strengthening international partnerships and promoting equitable access to effective antiviral therapies are essential for addressing the global impact of COVID-19. Collaborative efforts in research, development, and distribution of antiviral drugs can facilitate timely access to treatments and improve healthcare outcomes worldwide. Continued research into novel antiviral agents and drug repurposing initiatives expands the arsenal of effective treatments against SARS-CoV-2 variants and future viral threats. Investing in innovative drug discovery and development efforts enables the rapid adaptation of therapies to evolving viral landscapes, enhancing preparedness for emerging infectious diseases. In conclusion, ongoing research underscores the potential of antiviral therapeutic drugs in combating SARS-CoV-2 and advancing patient care. Embracing innovative approaches, fostering global cooperation, and prioritizing drug development efforts are critical steps toward maximizing the impact of antiviral therapies in the fight against COVID-19 and emerging infectious diseases.

## References

1. Aboul-Fotouh, Sawsan, Ahmed Nageh Mahmoud, Esraa M. Elnahas, Mohamed Z. Habib, and Sahar M. Abdelraouf. "What are the current anti-COVID-19 drugs? From traditional to smart molecular mechanisms." *Virology Journal* 20, no. 1 (2023): 241. <https://doi.org/10.1186/s12985-023-02210-z2>. Artese, Anna, Valentina Svicher, Giosuè Costa, Romina Salpini, Velia Chiara Di Maio, Mohammad Alkhatib, Francesca Alessandra Ambrosio et al. "Current status of antivirals and druggable targets of SARS CoV-2 and other human pathogenic coronaviruses." *Drug Resistance Updates* 53 (2020): 100721. <https://doi.org/10.1016/j.drup.2020.100721>
3. Atefi, Najmolsadat, Azadeh Goodarzi, Taghi Riahi, Niloofar Khodabandehloo, Mahshid Talebi Taher, Niloufar Najar Nobari, Farnoosh Seirafianpour, Zeinab Mahdi, Amir Baghestani, and Rohollah Valizadeh. "Evaluation of the efficacy and safety of oral N-acetylcysteine in patients with COVID-19 receiving the routine antiviral and hydroxychloroquine protocol: A randomized controlled clinical trial." *Immunity, Inflammation and Disease* 11, no. 11 (2023): e1083. <https://doi.org/10.1002/iid3.1083>
4. Beigel, John H., Kay M. Tomashek, Lori E. Dodd, Aneesh K. Mehta, Barry S. Zingman, Andre C. Kalil, Elizabeth Hohmann et al. "Remdesivir for the treatment of Covid-19." *New England Journal of Medicine* 383, no. 19 (2020): 1813-1826. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2007764>
5. Biswas, Partha, Mohammad Mehedi Hasan, Dipta Dey, Ana Carla dos Santos Costa, Shakil Ahmed Polash, Shabana Bibi, Nadim Ferdous et al. "Candidate antiviral drugs for COVID-19 and their environmental implications: a comprehensive analysis." *Environmental Science and Pollution Research* 28, no. 42 (2021): 59570-59593. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16096-3>
6. Bolarin, Joshua Adedeji, Mercy Adaramodu Oluwatoyosi, Joshua Iseoluwa Orege, Emmanuel Ayodeji Ayeni, Yusuf Ajibola Ibrahim, Sherif Babatunde Adeyemi, Bashir Bolaji Tiamiyu et al. "Therapeutic drugs for SARS-CoV-2 treatment: Current state and perspective." *International Immunopharmacology* 90 (2021): 107228. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.107228>
7. Borba, Mayla Gabriela Silva, Fernando Fonseca Almeida Val, Vanderson Souza Sampaio, Marcia Almeida Araújo Alexandre, Gisely Cardoso Melo, Marcelo Brito, Maria Paula Gomes Mourão et al. "Effect of high vs low doses of chloroquine diphosphate as adjunctive therapy for patients hospitalized with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infection: a randomized clinical trial." *JAMA network open* 3, no. 4 (2020): e208857-e208857. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.8857>
8. Brüssow, Harald. "Clinical trials with antiviral drugs against COVID-19: some progress and many shattered hopes." *Environmental Microbiology* 23, no. 11 (2021): 6364-6376. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15769>
9. Choi, Min Joo, Minsun Kang, So Youn Shin, Ji Yun Noh, Hee Jin Cheong, Woo Joo Kim, Jaehun Jung, and Joon Young Song. "Comparison of antiviral effect for mild-to-moderate COVID-19 cases between lopinavir/ritonavir versus hydroxychloroquine: A nationwide propensity score-matched cohort study." *International Journal of Infectious Diseases* 102 (2021): 275-281. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.10.062>
10. Choudhury, Manisha, Anantha K. Dhanabalan, and Nabajyoti Goswami. "Understanding the binding mechanism for potential inhibition of SARS-CoV-2 Mpro and exploring the modes of ACE2 inhibition by hydroxychloroquine." *Journal of Cellular Biochemistry* 123, no. 2 (2022): 347-358. <https://doi.org/10.1002/jcb.30174>
11. Czuppon, Peter, Florence Débarre, Antonio Gonçalves, Olivier Tenaillon, Alan S. Perelson, Jérémie Guedj, and François Blanquart. "Success of prophylactic antiviral therapy for SARS-CoV-2: Predicted critical efficacies and impact of different drug-specific mechanisms of action." *PLoS computational biology* 17, no. 3 (2021): e1008752. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008752>
12. Dehelean, Cristina Adriana, Voichita Lazureanu, Dorina Coricovac, Marius Mioc, Roxana Oancea, Iasmina Marcovici, Iulia Pinzaru, Codruta Soica, Aristidis M. Tsatsakis, and Octavian Cretu. "SARS-CoV-2: repurposed drugs and novel therapeutic approaches—insights into chemical structure—biological activity and toxicological screening." *Journal of clinical medicine* 9, no. 7 (2020): 2084. <https://doi.org/10.3390/jcm9072084>
13. Drożdżal, Sylwester, Jakub Rosik, Kacper Lechowicz, Filip Machaj, Bartosz Szostak, Jarosław Przybyciński, Shahrokh Lorzadeh, Katarzyna Kotfis, Saeid Ghavami, and Marek J. Łos. "An update on drugs with therapeutic potential for SARS-CoV-2 (COVID-19) treatment." *Drug Resistance Updates* 59 (2021): 100794. <https://doi.org/10.1016/j.drup.2021.100794>
14. Dutta, Abhishek. "Optimizing antiviral therapy for COVID-19 with learned pathogenic model." *Scientific Reports* 12, no. 1 (2022): 6873. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10929-y>
15. Feijoo-Coronel, Marcia L., Bruno Mendes, David Ramírez, Carlos Peña-Varas, Nina QE de Los Monteros-Silva, Carolina Proaño-Bolaños, Leonardo Camilo de Oliveira et al. "Antibacterial and antiviral properties of Chenopodin-derived synthetic peptides." *Antibiotics* 13, no. 1 (2024): 78. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13010078>
16. Frediansyah, Andri, Ruchi Tiwari, Khan Sharun, Kuldeep Dhama, and Harapan Harapan. "Antivirals for COVID-19: a critical review." *Clinical Epidemiology and Global Health* 9 (2021): 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.07.006>
17. Gil Martinez, Victoria, Ana Avedillo Salas, and Sonia Santander Ballestin. "Antiviral therapeutic approaches for SARS-CoV-2 infection: a systematic review." *Pharmaceuticals* 14, no. 8 (2021): 736. <https://doi.org/10.3390/ph14080736>
18. Goyal, Ashish, E. Fabian Cardozo-Ojeda, and Joshua T. Schiffer. "Potency and timing of antiviral therapy as determinants of duration of SARS-CoV-2 shedding and intensity of inflammatory response." *Science advances* 6, no. 47 (2020): eabc7112. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc7112>
19. Gudima, Georgii, Ilya Kofiadi, Igor Shilovskiy, Dmitry Kudlay, and Musa Khaitov. "Antiviral therapy of COVID-19." *International Journal of Molecular Sciences* 24, no. 10 (2023): 8867. <https://doi.org/10.3390/ijms24108867>
20. Gupta, Ankur, Anish Pradhan, Vimal K. Maurya, Swatantra Kumar, Angila Theengh, Bipin Puri, and Shailendra K. Saxena. "Therapeutic approaches for SARS-CoV-2 infection." *Methods* 195 (2021): 29-43. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2021.04.026>



21. Hosogaya, Naoki, Taiga Miyazaki, Yuri Fukushima, Sachiko Takemori, Shinpei Morimoto, Hiroshi Yamamoto, Makoto Hori et al. "Efficacy and safety of nelfinavir in asymptomatic and mild COVID-19 patients: a structured summary of a study protocol for a multicenter, randomized controlled trial." *Trials* 22, no. 1 (2021): 309. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05282-w>
22. Hübner, Yannis R., Nikolai Spuck, Moritz Berger, Stefan Schlabe, Gereon J. Rieke, Sven Breitschwerdt, Kathrin van Bremen et al. "Antiviral treatment of COVID-19: which role can clinical parameters play in therapy evaluation?." *Infection* 51, no. 6 (2023): 1855-1861. <https://doi.org/10.1007/s15010-023-02081-0>
23. Indari, Omkar, Shweta Jakhmola, Elangovan Manivannan, and Hem Chandra Jha. "An update on antiviral therapy against SARS-CoV-2: how far have we come?." *Frontiers in pharmacology* 12 (2021): 632677. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.632677>
24. Iwanami, Shoya, Keisuke Ejima, Kwang Su Kim, Koji Noshita, Yasuhisa Fujita, Taiga Miyazaki, Shigeru Kohno et al. "Detection of significant antiviral drug effects on COVID-19 with reasonable sample sizes in randomized controlled trials: A modeling study." *PLoS medicine* 18, no. 7 (2021): e1003660. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003660>
25. Jiang, Yizhou, Limor Rubin, Zhiwei Zhou, Haibo Zhang, Qiaozhu Su, Sheng-Tao Hou, Philip Lazarovici, and Wenhua Zheng. "Pharmacological therapies and drug development targeting SARS-CoV-2 infection." *Cytokine & Growth Factor Reviews* 68 (2022): 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.cytogfr.2022.10.003>
26. Jomah, Shahamah, Syed Mohammed Basheeruddin Asdaq, and Mohammed Jaber Al-Yamani. "Clinical efficacy of antivirals against novel coronavirus (COVID-19): A review." *Journal of infection and public health* 13, no. 9 (2020): 1187-1195. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.07.013>
27. Lui, David TW, Matthew SH Chung, Eric HY Lau, Kristy TK Lau, Ivan CH Au, Chi Ho Lee, Yu Cho Woo, Carlos KH Wong, and Benjamin J. Cowling. "Analysis of all-cause hospitalization and death among nonhospitalized patients with type 2 diabetes and SARS-CoV-2 infection treated with molnupiravir or nirmatrelvir-ritonavir during the omicron wave in Hong Kong." *JAMA Network Open* 6, no. 5 (2023): e2314393-e2314393. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.14393>
28. Maia, Israel S., Aline Marcadenti, Viviane C. Veiga, Tamiris A. Miranda, Samara PC Gomes, Mariana BS Carollo, Karina L. Negrelli et al. "Antivirals for adult patients hospitalised with SARS-CoV-2 infection: a randomised, phase II/III, multicentre, placebo-controlled, adaptive study, with multiple arms and stages. COALITION COVID-19 BRAZIL IX-REVOLUTION trial." *The Lancet Regional Health–Americas* 20 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100466>
29. Martinez, Miguel Angel. "Efficacy of repurposed antiviral drugs: Lessons from COVID-19." *Drug Discovery Today* 27, no. 7 (2022): 1954-1960. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2022.02.012>
30. Mazaherpour, Hossein, Masoomeh Sofian, Elham Farahani, Alireza Abdi, Sakine Mazaherpour, Anahita Bavand, and Amitis Ramezani. "Comparing Outcomes of Two Antiviral Therapy Combinations among COVID-19 Patients." *BioMed research international* 2022 (2022). <https://doi.org/10.1155/2022/1522426>
31. Mir, Iqra, Sania Aamir, Syed Rizwan Hussain Shah, Muhammad Shahid, Iram Amin, Samia Afzal, Amjad Nawaz, Muhammad Umer Khan, and Muhammad Idrees. "Immune-related therapeutics: an update on antiviral drugs and vaccines to tackle the COVID-19 pandemic." *Osong Public Health and Research Perspectives* 13, no. 2 (2022): 84. <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2022.0024>
32. Al Mutair, Abbas, Jinan Shamou, Saad Alhumaid, Laila Layqah, Gasmelseed Y. Ahmed, Koritala Thoyaja, Mohammed Al Mohaini et al. "Overview of clinical outcome and therapeutic effectiveness of Favipiravir in patients with COVID-19 admitted to intensive care unit, Riyadh, Saudi Arabia." *Journal of Infection and Public Health* 15, no. 4 (2022): 389-394. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2022.01.013>
33. Negru, Paul Andrei, Andrei-Flavius Radu, Cosmin Mihai Vesa, Tapan Behl, Mohamed M. Abdel-Daim, Aurelia Cristina Nechifor, Laura Endres et al. "Therapeutic dilemmas in addressing SARS-CoV-2 infection: Favipiravir versus Remdesivir." *Biomedicine & Pharmacotherapy* 147 (2022): 112700. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.112700>
34. Nitulescu, George Mihai, Horia Paunescu, Sterghios A. Moschos, Dimitrios Petrakis, Georgiana Nitulescu, George Nicolae Daniel Ion, Demetrios A. Spandidos, Taxiarchis Konstantinos Nikolouzakis, Nikolaos Drakoulis, and Aristidis Tsatsakis. "Comprehensive analysis of drugs to treat SARS-CoV-2 infection: Mechanistic insights into current COVID-19 therapies." *International journal of molecular medicine* 46, no. 2 (2020): 467-488. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2020.4608>
35. Ochani, Rohan, Ameema Asad, Farah Yasmin, Shehryar Shaikh, Hiba Khalid, Simran Batra, Muhammad Rizwan Sohail et al. "COVID-19 pandemic: from origins to outcomes. A comprehensive review of viral pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic evaluation, and management." *Infez Med* 29, no. 1 (2021): 20-36.
36. Qomara, Windi Fresha, Delya Nur Primanissa, Salma Hasni Amalia, Febby V. Purwadi, and Neily Zakiah. "Effectiveness of remdesivir, lopinavir/ritonavir, and favipiravir for COVID-19 treatment: a systematic review." *International journal of general medicine* (2021): 8557-8571. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S332458>
37. Rahmah, Laila, Sunny O. Abarikwu, Amanuel Godana Arero, Mickael Essouma, Aliyu Tijani Jibril, Andrzej Fal, Robert Flisiak et al. "Oral antiviral treatments for COVID-19: opportunities and challenges." *Pharmacological Reports* 74, no. 6 (2022): 1255-1278. <https://doi.org/10.1007/s43440-022-00388-7>
38. Riva, Laura, Shuofeng Yuan, Xin Yin, Laura Martin-Sancho, Naoko Matsunaga, Lars Pache, Sebastian Burgstaller-Muehlbacher et al. "Discovery of SARS-CoV-2 antiviral drugs through large-scale compound repurposing." *Nature* 586, no. 7827 (2020): 113-119. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2577-1>
39. Rohilla, Suman. "Designing therapeutic strategies to combat severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 disease: COVID-19." *Drug development research* 82, no. 1 (2021): 12-26. <https://doi.org/10.1002/ddr.21720>
40. Santos, Igor de Andrade, Victoria Riquena Grosche, Fernando Rodrigues Goulart Bergamini, Robinson Sabino-Silva, and Ana Carolina Gomes Jardim. "Antivirals against coronaviruses: candidate drugs for SARS-CoV-2 treatment?." *Frontiers in microbiology* 11 (2020): 554339. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01818>

41. Saravolatz, Louis D., Shawn Depcinski, and Mamta Sharma. "Molnupiravir and nirmatrelvir-ritonavir: oral coronavirus disease 2019 antiviral drugs." *Clinical Infectious Diseases* 76, no. 1 (2023): 165-171. <https://doi.org/10.1093/cid/ciac180>
42. Smith, Dallas J. "SARS-CoV-2 Rebound With and Without Use of COVID-19 Oral Antivirals." *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report* 72 (2023). <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7251a1>
43. Sutanto, Henry, and Gatot Soegiarto. "Risk of Thrombosis during and after a SARS-CoV-2 Infection: Pathogenesis, Diagnostic Approach, and Management." *Hematology Reports* 15, no. 2 (2023): 225-243. <https://doi.org/10.3390/hematolrep15020024>
44. Uzunova, Katya, Elena Filipova, Velichka Pavlova, and Toni Vekov. "Insights into antiviral mechanisms of remdesivir, lopinavir/ritonavir and chloroquine/hydroxychloroquine affecting the new SARS-CoV-2." *Biomedicine & Pharmacotherapy* 131 (2020): 110668. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110668>
45. Van Heer, Christina, Suman S. Majumdar, Indra Parta, Marcellin Martinie, Rebecca Dawson, Daniel West, Laura Hewett et al. "Effectiveness of community-based oral antiviral treatments against severe COVID-19 outcomes in people 70 years and over in Victoria, Australia, 2022: an observational study." *The Lancet Regional Health—Western Pacific* 41 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100917>
46. Vegivinti, Charan Thej Reddy, Kirk W. Evanson, Hannah Lyons, Izzet Akosman, Averi Barrett, Nicole Hardy, Bernadette Kane et al. "Efficacy of antiviral therapies for COVID-19: a systematic review of randomized controlled trials." *BMC Infectious Diseases* 22, no. 1 (2022): 107. <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07068-0>
47. Von Delft, Annette, Matthew D. Hall, Ann D. Kwong, Lisa A. Purcell, Kumar Singh Saikatendu, Uli Schmitz, John A. Tallarico, and Alpha A. Lee. "Accelerating antiviral drug discovery: lessons from COVID-19." *Nature Reviews Drug Discovery* 22, no. 7 (2023): 585-603. <https://doi.org/10.1038/s41573-023-00692-8>
48. Wang, Dongyuan, Zigang Li, and Yihui Liu. "An overview of the safety, clinical application and antiviral research of the COVID-19 therapeutics." *Journal of infection and public health* 13, no. 10 (2020): 1405-1414. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.07.004>

**Авторлар туралы мәлімет:**

Абдул Бари Хеджран (корреспондент-автор) – вирусология магистрі, Гильменд университетінің білім беру факультетінің биология кафедрасының асистенті (Гильменд, Ауғанстан, e-mail: [abdulbari.hejran94@gmail.com](mailto:abdulbari.hejran94@gmail.com))

Атиқулла Сарвари – биотехнология магистрі, Гильменд университетінің білім беру факультетінің биология кафедрасының асистенті (Гильменд, Ауғанстан, e-mail: [atiqullahsarwari91@gmail.com](mailto:atiqullahsarwari91@gmail.com))

Мохаммад Хасан Хасанд – биотехнология магистрі, Кандагар университетінің білім беру факультетінің биология кафедрасының асистенті (Кандагар, Ауғанстан e-mail: [mh.hassand@gmail.com](mailto:mh.hassand@gmail.com))

Абдул Уахид Мониб – қоршаған ортаны қорғау ғылымдарының магистрі, Кандагар университетінің білім беру факультетінің биология кафедрасының аға оқытушының көмекшісі (Кандагар Ауғанстан, e-mail: [awmonib@gmail.com](mailto:awmonib@gmail.com))

Парвиз Ниязи – ботаника магистрі (өсімдіктерді қорғау және нематология), Кандагар университетінің білім беру факультетінің биология кафедрасының оқу асистенті (Кандагар, Ауғанстан e-mail: [parwiz60@gmail.com](mailto:parwiz60@gmail.com))

Абдул Қадир Басир – биотехнология магистрі, Кандагар университетінің білім беру факультетінің биология кафедрасының аға көмекшісі (Кандагар, Ауғанстан, e-mail: [qadeerbaseer@gmail.com](mailto:qadeerbaseer@gmail.com))

Сайедвали Седики – микробиология магистрі, Урозган жоғары білім институтының білім беру факультетінің биология кафедрасының аға оқытушы көмекшісі (Урозган, Ауғанстан e-mail: [sediqisw@gmail.com](mailto:sediqisw@gmail.com))

Узайр Мұхаммед Кака – химия-физика және материалтану ғылымдарының магистрі, Логар университетінің білім беру факультетінің химия кафедрасының асистенті (Логар, Ауғанстан, e-mail: [uzairmkakar@gmail.com](mailto:uzairmkakar@gmail.com))

**Information about authors:**

Abdul Bari Hejran (corresponding author) – Master of Virology, Teaching Assistant at the department of Biology, Faculty of Education, Helmand University (Helmand, Afghanistan e-mail: [abdulbari.hejran94@gmail.com](mailto:abdulbari.hejran94@gmail.com))

Atiqullah Sarwari, Master of Biotechnology, Teaching Assistant at the department of Biology, Faculty of Education, Helmand University (Helmand, Afghanistan e-mail: [atiqullahsarwari91@gmail.com](mailto:atiqullahsarwari91@gmail.com))

Mohammad Hassan Hassand, Master of Biotechnology, Teaching Assistant at the department of Biology, Faculty of Education, Kandahar University (Kandahar, Afghanistan e-mail: [mh.hassand@gmail.com](mailto:mh.hassand@gmail.com))

Abdul Wahid Monib, Master of Environmental Sciences, Senior Teaching Assistant at the department of Biology, Faculty of Education, Kandahar University (Kandahar, Afghanistan e-mail: [awmonib@gmail.com](mailto:awmonib@gmail.com))

Parwiz Niazi, Master of Botany (Plant Protection and nematology), Teaching Assistant at the department of Biology, Faculty of Education, Kandahar University (Kandahar, Afghanistan e-mail: [parwiz60@gmail.com](mailto:parwiz60@gmail.com))

Abdul Qadeer Baseer, Master of Biotechnology, Senior Teaching Assistant at the department of Biology, Faculty of Education, Kandahar University (Kandahar, Afghanistan e-mail: [qadeerbaseer@gmail.com](mailto:qadeerbaseer@gmail.com))

Sayedwali Sediqi, Master of Microbiology, Senior Teaching Assistant at the department of Biology, Faculty of Education, Urozgan Institute of Higher Education, Urozgan (Urozgan, Afghanistan e-mail: [sediqisw@gmail.com](mailto:sediqisw@gmail.com))

Uzair Mohammad Kakar, Master of Chemical-Physics and Material Sciences, Teaching Assistant at the department of chemistry, Faculty of Education, Logar University, (Logar, Afghanistan e-mail: [uzairmkakar@gmail.com](mailto:uzairmkakar@gmail.com))

Received: April 05 2024

Accepted: 17 June 2024

---

## Авторлар үшін ақпарат

«ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» журналы 1992 жылы құрылған. Журналдың құрылтайшысы және шығарушысы Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті болып табылады. Журналдың жоғары оқу орны көрсетілген мұқабасы мен титулдық парақтары, шығыс деректері, ISSN, eISSN, редакциялық алқа құрамы, редакциялық саясаты, жарияланымдық этикасы және веб-сайты бар.

Журнал жылына 4 рет шығарылады.

Журнал авторлардың жарияланымдарының ақпараттық ашықтығы және қол жетімділігі саясатына сәйкес келеді, мақалалар журналдың сайтында орналастырылады <https://bulletin-ecology.kaznu.kz> үш тілде толық мәтінді қолжетімділікте

**Журналдың мақсаты** – экология және табиғи ресурстар саласындағы алдыңғы қатарлы зерттеулердің нәтижелері мен жан-жақты көрсетілімін қамтамасыз ету. Журнал экологиялық проблемалар мен қоршаған ортаны қорғауға ғылыми қызығушылық танытатын ғылыми қызметкерлерге, оқытушыларға, докторанттар мен түрлі мамандықтағы студенттерге арналған.

### Журнал міндеттері:

- Экология және қоршаған ортаны қорғау бойынша фундаменталды және қолданбалы ғылымның түрлі салаларында маңызды мәнге ие жаңа ғылыми нәтижелерді жариялау.

- Диссертацияларды қорғауға және ғылыми мамандықтар бойынша ғылыми дәрежелер алуға үміткер магистранттар мен докторанттардың ғылыми жұмыстарының нәтижелерін кең жариялаудың ашықтығы мен қол жетімділігі ортасын құру.

- Ғылыми қоғамдастықтың, сондай-ақ жас және жаңа бастаған ғалымдардың журналға деген тұрақты қызығушылығын қалыптастыру, оның экология мәселелерін зерттейтін мамандардың кәсіби ортасында өсіп келе жатқан қажеттілігін қалыптастыру.

Журнал материалдары экология және қоршаған ортаның ластануы саласындағы проблемалардың кең ауқымын қамтиды. Мақалалар **экологияның келесі тақырыптық бөлімдері** бойынша жарияланады:

- Жер туралы ғалым;
- Қоршаған ортаны ластау және қорғау;
- Экологиялық биотехнология;
- Адам, өсімдіктер, жануарлар және микроорганизмдер экологиясы;
- Климаттың ғаламдық өзгеруі, су ресурстарын басқару;
- Бұзылған экожүйелерді қалпына келтіру;
- Қоршаған орта және көші-қон;
- Қалалар және климаттың өзгеруі;
- Экологиялық ойлау және адамзат стратегиясы.

«ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» журналының тақырыптық бағыттарына сәйкес келетін және қолжазбаны ресімдеу талаптары бойынша қатаң ресімделген, автордың (авторлардың) қазақ, орыс немесе ағылшын тілдерінде бұрын жарияланбаған мақалалары қабылданады.

«ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» журналы авторлардың ғылыми жұмысқа құқығын сақтайды және журналға бірінші жариялау құқығын жұмыспен бірге береді, оны бір уақытта Creative Commons Attribution License (CC BY-NC-ND 4.0) бойынша лицензиялайды.

Жариялау процесінің барлық қатысушылары, атап айтқанда, әрбір автор, ғылыми редактор, рецензент, жауапты хатшы, «ҚазҰУ хабаршысы. Экология сериясы» ғылыми журналының редакциялық алқасының мүшелері міндетті түрде жариялау этикасының қағидаларын, нормалары мен стандарттарын ұстануға міндетті. Этикалық қағидаларды сақтау ғылыми журналдың сапасын қамтамасыз ету және сақтау үшін де, жариялау процесіне қатысушылар арасында сенімді және құрметті қарым-қатынас құру үшін де маңызды.

Мақаланы жариялау төлемі тек редакцияның мақаланың қабылданған шешімі хабарламасынан кейін ғана жүргізіледі. Жарияланым құны – 2000 теңге/бет WORD форматында (шрифт 12, Times New Roman).

### Реквизиттер:

«Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Индекс 050040

Мекенжайы: Алматы қаласы, Әл-Фараби даңғылы, 71

БИН 990140001154

КВЕ 16 «Бірінші Heartland Jusan Bank» АҚ

ИИК KZ19998СТВ0000567141 – теңге

ИИК KZ40998СТВ0000567151 – АҚШ доллары

БИК TSESKZKA

---

## Информация для авторов

**Журнал «Вестник КазНУ. Серия экологическая»** был основан в 1992 году. Учредителем и издателем журнала является Казахский национальный университет имени аль-Фараби. Журнал имеет разработанные и утвержденные обложку и титульные листы с указанием вуза, выходные данные номера, ISSN, eISSN, состава редколлегии, редакционную политику, публикационную этику и веб-сайт. Журнал выпускается периодичностью 4 раза в год.

Журнал следует политике информационной открытости и доступности публикаций авторов, статьи размещаются на сайте журнала <https://bulletin-ecology.kaznu.kz> на трех языках в полнотекстовом доступе.

**Цель журнала** – обеспечить всестороннее представление и результаты передовых исследований в области экологии и природных ресурсов. Журнал предназначен для научных сотрудников, преподавателей, докторантов и студентов различных специальностей, проявляющих научный интерес к экологическим проблемам и охране окружающей среды.

### Задачи журнала:

- Освещать новые научные результаты, имеющие существенное значение в различных областях фундаментальной и прикладной науки по экологии и охране окружающей среды.
- Создавать среду открытости и доступности широкого освещения результатов научных работ магистрантов и докторантов, претендующих на защиту диссертаций и получение ученых степеней по научным специальностям диссертационных советов в различных областях экологии.
- Формировать постоянный устойчивый интерес у научной общественности, а также у молодых и начинающих ученых к журналу, его растущую востребованность в профессиональных кругах специалистов, исследующих вопросы экологии.

Материалы журнала освещают широкий круг проблем в области экологии и загрязнения окружающей среды. Статьи публикуются по следующим **тематическим разделам экологии:**

- Наука о земле;
- Загрязнение и охрана окружающей среды;
- Экологическая биотехнология;
- Экология человека, растений, животных и микроорганизмов;
- Глобальное изменение климата, управление водными ресурсами;
- Восстановление нарушенных экосистем;
- Окружающая среда и миграция;
- Экологическое мышление и стратегия человечества.

Для публикации в журнале «Вестник КазНУ. Серия экологическая» принимаются ранее не опубликованные автором (авторами) статьи на русском, казахском или английском языке, которые соответствуют тематическим направлениям журнала и оформлены строго по требованиям оформления рукописи.

Авторы статей журнала «Вестник КазНУ. Серия экологическая» сохраняют за собой право автора на научную работу и передают журналу право первой публикации вместе с работой, одновременно лицензируя ее по лицензии Creative Commons Attribution License (CC BY-NC-ND 4.0).

Все участники процесса публикации, а именно, каждый автор, научный редактор, рецензент, ответственный секретарь, члены редакционной коллегии научного журнала «Вестник КазНУ. Серия экологическая» обязаны безусловно придерживаться принципов, норм и стандартов публикационной этики. Соблюдение этических принципов является важным как для обеспечения и поддержания качества научного журнала, также и для создания доверительных и уважительных отношений между участниками процесса публикации.

Оплата производится только после принятия статьи к публикации и сообщения редакции. Стоимость публикации – 2000 тенге/страница в формате WORD (шрифт 12, Times New Roman).

### Реквизиты:

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби»

Индекс 050040

Адрес: г. Алматы, пр. аль-Фараби 71

БИН 990140001154

КБЕ 16 АО «First Heartland Jýsan Bank»

ИИК KZ19998CTB0000567141 – тенге

ИИК KZ40998CTB0000567151 – USD

БИК TSESKZKA

---

### Information for authors

Journal «Vestnik KazNU. Ecological Series» was founded in 1992. In 2007 was renamed as «**Eurasian Journal of Ecology**» (in the English version). The founder and publisher of the journal are the Al-Farabi Kazakh National University. The journal has a developed and approved cover and title pages with an indication of the institution, imprint of the issue, ISSN, eISSN, editorial board, editorial policy, publication ethics, and website. The journal is published 4 times a year.

The journal follows the policy of information openness and accessibility of authors' publications, articles are posted on the journal's website <https://bulletin-ecology.kaznu.kz> in three languages in full-text access.

**The aim of the journal** is to provide a comprehensive presentation and results of cutting-edge research in the field of ecology and natural resources. The journal is intended for researchers, teachers, doctoral students, and students of various specialties who show scientific interest in environmental problems and environmental protection.

#### **Journal objectives:**

- To highlight new scientific results of significant importance in various fields of fundamental and applied science in ecology and environmental protection.
- To create an environment of openness and accessibility of wide coverage of the results of scientific work of undergraduates and doctoral students applying for the defense of dissertations and obtaining academic degrees in scientific specialties of dissertation councils in various fields of ecology.
- To form a constant stable interest among the scientific community, as well as among young and novice scientists in the journal, its growing demand in professional circles of specialists researching environmental issues.

The journal's materials cover a wide range of problems in the field of ecology and environmental pollution. Articles are published in the following thematic sections of ecology:

- Earth Science;
- Pollution and environmental protection;
- Environmental biotechnology;
- Ecology of humans, plants, animals and microorganisms;
- Global climate change, water resources management,
- Restoration of damaged ecosystems;
- Environment and migration;
- Cities and climate change;
- Environmental thinking and human strategy.

For publication in the «Eurasian Journal of Ecology» articles previously unpublished by the author (authors) are accepted – in Kazakh, Russian or English, which correspond to the thematic areas of the journal and are designed strictly according to the requirements of the manuscript format.

Authors of articles in the «Eurasian Journal of Ecology» retain the author's right to scientific work and transfer to the journal the right of first publication along with the work, licensing it at a time under the Creative Commons Attribution License (CC BY-NC-ND 4.0).

All participants in the publication process, namely, each author, scientific editor, reviewer, executive secretary, members of the editorial board of the scientific «Eurasian Journal of Ecology» are obliged to unconditionally adhere to the principles, norms and standards of publication ethics. Compliance with ethical principles is important both to ensure and maintain the quality of a scientific journal, and also to create trust and respect between participants in the publication process.

Payment is made only after the article is accepted for publication and the editors have notified it. Publication cost – 2000 tenge/page in WORD format (font 12, Times New Roman)

#### **Requisites:**

Non-profit joint-stock company «Al-Farabi Kazakh National University»  
Index 050040  
Address: Almaty, Al-Farabi Ave. 71  
BIN 990140001154  
KBE 16 JSC «First Heartland Jusan Bank»  
IIK KZ19998CTB0000567141 – tenge  
IIK KZ40998CTB0000567151 – USD  
BIC TSESKZKA

## МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

| <b>1-бөлім</b><br><b>Қоршаған ортаны қорғау және</b><br><b>қоршаған ортаға антропогендік</b><br><b>факторлардың әсері</b>   | <b>Section 1</b><br><b>Environmental impact of</b><br><b>anthropogenic factors and</b><br><b>environmental protectiony</b> | <b>Раздел 1</b><br><b>Воздействие на окружающую</b><br><b>среду антропогенных факторов и</b><br><b>защита окружающей среды</b>       |
|---|--|--|
| <i>А.Д. Михайличенко</i><br>Алгоритм установления целевых показателей качества окружающей среды на примере Костанайской области ..... 4   |  |  |
| <i>С.М. Романова, Е.Г. Крупа, А.С. Серикова</i><br>Соединения азота и фосфора в водных объектах казахстанской части бассейна р. Иртыш ..... 21  |  |  |
| <i>L.Kh. Akbayeva, Zh.U. Bakeshova, N.S. Mamytova, A.B. Abzhalelov, D.O. Yevneyeva, Zh. Rakymzhan, A.N. Tazhen</i><br>The ability of natural waters to self-purify, depending on the degree of chemical pollution ..... 32  |  |  |
| <i>Z.B. Yessimsiitova, A.A. Konysbayeva</i><br>Morphological description of sections and selection of soil samples in Zhambyl region ..... 42   |  |  |
| <b>2-бөлім</b><br><b>Қоршаған орта</b><br><b>ластаушыларының биотаға</b><br><b>және тұрғындар денсаулығына</b><br><b>әсерін бағалау</b>   | <b>Section 2</b><br><b>Assessment of</b><br><b>environmental pollution</b><br><b>on biota and</b><br><b>health</b>         | <b>Раздел 2</b><br><b>Оценка действия</b><br><b>загрязнителей окружающей</b><br><b>среды на биоту и</b><br><b>здоровье населения</b> |
| <i>Zh.O. Ozgeldinova, Zh.T. Mukayev, K.M. Turlybekov, A.A. Zhanguzhina, N.E. Ramazonova, M.M. Ulykpanova</i><br>Post-fire condition and restoration of forests on the territory of Kostanay region..... 52  |  |  |
| <b>3-бөлім</b><br><b>Биологиялық</b><br><b>алуантүрлілікті сақтаудың</b><br><b>өзекті мәселелері</b>  | <b>Section 3</b><br><b>Actual problems</b><br><b>of biodiversity</b><br><b>conservation</b>                                | <b>Раздел 3</b><br><b>Актуальные проблемы</b><br><b>сохранения биологического</b><br><b>разнообразия</b>                             |
| <i>Д.А. Ахатаева, П.В. Веселова, З.А. Инелова, Б.Б. Осмонали</i><br>Особенности эколого-географической приуроченности редкого вида <i>Tulipa Borszczowii</i> Regel (Liliaceae) в пределах Казахстана ..... 70   |  |  |
| <i>Ш.Н. Дурмекбаева, Г.Т. Кыздарбекова, А.Б. Алибек, Г.Ж. Хамитова, И.С. Шакиржанова</i><br>«Көкшетау» МҮТП «Орманды Бұлақ» филиалының флора көспектісі ..... 81  |  |  |
| <i>Г.А. Жетпісбай, С.А. Соловьев, Г.Т. Казкенова, Г.Б. Юнусова</i><br>Қостанай қаласының кейбір ландшафтарының құс тұрғындары және орнитофаунасы ..... 90   |  |  |
| <i>Т.Н. Кобылина, Б.М. Тыныбеков, А.С. Нұрмаханова, Г.К. Сатыбалдиева, Г.Ә. Садырова, Э.А. Кырбасова, Э.М. Иманова, М.Х. Парманбекова, А.Ж. Чилдибаева, Қ.Қ. Құлымбет</i><br>Іле Алағатауында кездесетін <i>Sedum Hybridum</i> L. және <i>Sedum Ewersii</i> Ledeb. популяцияларының қазіргі топырақ жағдайы ..... 100 |  |  |
| <i>S.A. Kubentayev, A. Sarkytbayeva, A.B. Myrzagalıyeva, S.K. Mukhtubayeva, K.S. Izbastina, B.B. Kubentayeva</i><br>Distribution and biological features of <i>Paeonia Anomala</i> (Paeoniaceae) ontogenesis in Kazakhstan..... 110   |  |  |
| <i>G.A. Sadyrova, A.K. Tanybayeva, T.A. Bazarbaeva, G.A. Mukanova, S.M. Jamilova</i><br>Diversity of desert vegetation of the Ketpen ridge ..... 119  |  |  |
| <i>N.V. Terletskaya, M.S. Kurmanbayeva, N.G. Gemejıyeva, Zh.Zh. Karzhaubekova, N.O. Kudrina, M. Yerbay, A.B. Kusmangazinov, D.E. Karabalayeva</i><br>Comparative analysis of the anatomical and morphological features of <i>Rheum Tataricum</i> L. Plants from different ecopopulations ..... 127                    |  |  |

---

**Review article**

*Abdul Bari Hejran, Atiqullah Sarwari, Mohammad Hassan Hassand, Abdul Wahid Monib, Parwiz Niazi,  
Abdul Qadeer Baseer; Sayedwali Sediqi, Uzair Mohammad Kakar*

Effects of antiviral therapeutic drugs for SARS-COV-2 on treatment outcomes and clinical parameters ..... 136

Авторлар үшін ақпарат ..... 147